

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-192977  
 (43)Date of publication of application : 08.07.2004

(51)Int.Cl. H05B 33/02  
 H05B 33/04  
 H05B 33/12  
 H05B 33/22  
 H05B 33/26

(21)Application number : 2002-360283 (71)Applicant : HITACHI LTD  
 (22)Date of filing : 12.12.2002 (72)Inventor : ADACHI MASAYA  
 TSUJI KAZUTAKA  
 MURAKAMI HAJIME  
 NISHIMURA ETSUKO

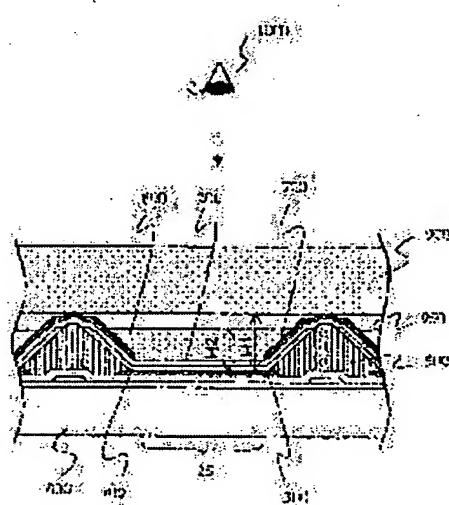
## (54) LIGHT EMITTING ELEMENT AND DISPLAY DEVICE USING IT

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light emitting type display device having high light extraction efficiency, and displaying a high-quality image without causing optical cross talk or blur in display.

図 1

SOLUTION: Projections 500 having tilting reflection surfaces 700 so as to surround luminescent regions are formed between pixels each having an organic film 100, a transparent electrode 200 and a reflection electrode 300 for forming the luminescent regions on a substrate 800; and transparent wave guide layers 600 are formed in the regions surrounded by the projections 500 in a form optically separated from one another on a pixel-by-pixel basis.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.04.2004  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision]

[of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-192977

(P2004-192977A)

(43) 公開日 平成16年7月8日(2004. 7. 8)

(51) Int.Cl.

H05B 33/02  
H05B 33/04  
H05B 33/12  
H05B 33/22  
H05B 33/26

F 1

H05B 33/02  
H05B 33/04  
H05B 33/12  
H05B 33/12  
H05B 33/22

テーマコード(参考)  
3K007

審査請求 未請求 請求項の数 18 ○ L (全 32 頁) 最終頁に統ぐ

(21) 出願番号  
(22) 出願日特願2002-360283(P2002-360283)  
平成14年12月12日(2002. 12. 12)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

100093506

弁理士 小野寺 洋二

足立 昌哉

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

辻 和隆

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

村上 元

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

最終頁に統ぐ

(54) 【発明の名称】 発光素子およびこの発光素子を用いた表示装置

## (57) 【要約】

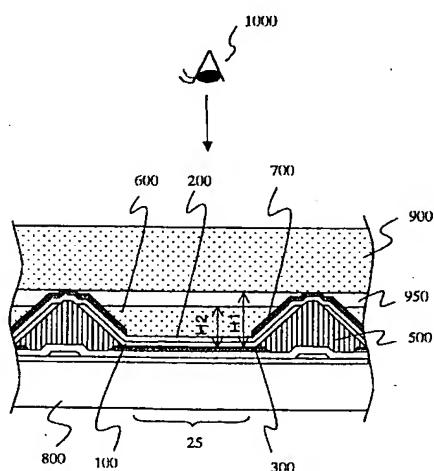
【課題】 光取り出し効率が高く、光学的なクロストークや表示ににじみのない高品位な画像を表示する自発光型表示装置を提供する。

【解決手段】 基板800上に発光領域に形成する有機膜100、透明電極200、反射電極300を有する画素の間に当該発光領域を囲むように傾斜反射面700を有する突起500を設け、突起500で囲まれた領域に透明な導波層600を画素毎に光学的に分離させた状態で形成した。

【選択図】

図 1

図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

少なくとも一部に平坦な面状の発光層を有する発光素子であって、少なくとも該発光層の平坦部の周縁部に前記発光層の平坦部に対して傾斜した傾斜反射面を有し、前記発光層上であって該傾斜反射面で囲まれる領域に光を導波する導波層が充填され、該光導波層が傾斜反射面により光学的に分離されていることを特徴とする発光素子。

**【請求項 2】**

前記導波層が前記発光層の平坦部を成す面から離れるにしたがい、その断面形状の幅が広くなることを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。 10

**【請求項 3】**

基板上にマトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を備える表示装置であつて、

該発光素子は少なくとも一部に平坦な面状の発光層を有する発光素子であり、少なくとも該発光層の平坦部の周縁部に前記発光層の平坦部に対して傾斜した傾斜反射面を有し、前記発光層上であって該傾斜反射面で囲まれる領域に光を導波する導波層が充填され、該導波層が画素毎に光学的に分離されていることを特徴とする表示装置。

**【請求項 4】**

前記傾斜反射面は前記基板上に形成された突起の傾斜面に形成され、該突起は前記基板面から離れるにしたがいその断面形状の幅が小さくなることを特徴とする請求項 3 に記載の表示装置。 20

**【請求項 5】**

前記導波層は前記基板面から離れるにしたがい幅が広くなる断面形状を有し、前記傾斜反射面の前記発光層の平坦部からの高さが前記導波層の最大高さよりも高いことを特徴とする請求項 3 に記載の表示装置。

**【請求項 6】**

前記導波層が画素毎に分離した状態で形成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の表示装置。

**【請求項 7】**

前記導波層の前記発光層の平坦部からの高さが前記傾斜反射面に囲まれた領域の中心部で最小となり、前記傾斜反射面に近づくほど高くなることを特徴とする請求項 3 に記載の表示装置。 30

**【請求項 8】**

前記導波層の前記発光層の平坦部からの高さが前記傾斜反射面に囲まれた領域の中心部で最大となることを特徴とする請求項 3 に記載の表示装置。

**【請求項 9】**

前記発光素子が前記基板側から光反射面として機能する反射電極と、有機膜からなる発光層と、透明電極とを積層した有機発光ダイオードであることを特徴とする請求項 3 に記載の表示装置。

**【請求項 10】**

前記導波層の屈折率が空気よりも高く、前記透明電極よりも低いことを特徴とする請求項 9 に記載の表示装置。 40

**【請求項 11】**

前記傾斜反射面が導電性の膜からなり、前記透明電極と電気的に接続されていることを特徴とする請求項 9 に記載の表示装置。

**【請求項 12】**

前記傾斜反射面が導電性の膜からなり、前記反射電極と電気的に接続されている、または前記反射電極の機能を有することを特徴とする請求項 9 に記載の表示装置。

**【請求項 13】**

可視光に対して透明でガスバリア性を有する封止部材を前記基板の発光層形成面側に配置

し、該封止部材と前記導波層との間に実質的に空気と同じ屈折率の間隙を設けた状態で前記基板と前記封止部材を接着することを特徴とする請求項9に記載の表示装置。

**【請求項14】**

画素を複数の領域に分離する突起を有し、該突起の傾斜面に傾斜反射面を備えることを特徴とする請求項4に記載の表示装置。

**【請求項15】**

前記画素を複数の領域に分離する突起が前記反射電極の上に形成されていることを特徴とする請求項14に記載の表示装置。

**【請求項16】**

前記導波層はその一部がガスバリア性を有する透明な無機膜で構成されることを特徴とする請求項9に記載の表示装置。 10

**【請求項17】**

前記導波層に顔料を混入分散したことを特徴とする請求項9に記載の表示装置。

**【請求項18】**

前記導波層に青色の光を緑色、または赤色の光に変換する蛍光色素からなる色変換層を備えることを特徴とする請求項8に記載の表示装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は発光素子、及び発光素子の発光動作を制御して表示を行う表示装置に関し、特に有機発光ダイオードなどの発光素子と、これを備える表示装置を利用して有効な技術に関するものである。 20

**【0002】**

**【従来の技術】**

有機発光ダイオード（以下、OLED（Organic Light-Emitting Diode）と呼ぶ）は有機薄膜からなる発光層に正負の電荷を注入することにより電気エネルギーを光エネルギーに変換して発光する素子である。OLEDから構成される表示装置（以下、OLEDディスプレイと呼ぶ）は液晶表示装置に代表される非発光型の表示装置とは異なり、自発光型であるためにバックライトなどの補助光源が不要なことから薄型、軽量である。さらにOLEDディスプレイは視野角が広く、表示の応答速度が早いといった特徴を有する。 30

**【0003】**

図33は従来のOLEDの構造の一例とその表示動作を説明する要部概略断面図である。このOLEDは、透明基板400に陽極として機能する透明電極200、ホール輸送層103、発光層102、電子輸送層101、陰極として機能する光反射性の金属からなる反射電極300を順次積層した構造となっている。透明電極200と反射電極300との間に直流電圧を印加すると、透明電極200から注入されたホールがホール輸送層103を経由して、また、反射電極300から注入された電子が電子輸送層101を経由して、それぞれが発光層102に到達し、電子ホールの再結合が生じて、ここから所定の波長の発光が生じる。発光層102から出射する光の一部は透明基板400を通過して観察者1000に観察される。この際、図33に示すように平坦な層を平行に積層した構造の場合、積層面に略平行な方向に出射する光や、各層の界面において光の入射角度が臨界角より大きい光は積層面に平行な方向に導波し、観察者側には出射しないため表示光として有効に利用されない。 40

**【0004】**一般に、光取り出し効率（発光層から出射する発光量に対し、素子から観察者側1000に取り出される光量の比率）は古典光学的な見積によると20%程度といわれており、発光層から出射した光の多くは積層面に平行な方向に導波し、損失となっている。このため、低消費電力で明るいOLEDディスプレイを実現するには、導波損失を低減し、光取り出し効率を向上することが重要である。

**【0005】**

「特許文献1」や「特許文献2」には、導波損失を低減するために斜面を有する電極など

の反射面を設けたOLEDが記載されている。この場合、発光層から出射した光のうち、基板面や積層膜面に平行、またはほぼ平行な方向に進む光は傾斜した反射面で反射し、光の進行方向が変わって観察者側に出射するため導波損失が抑制されて、効率が向上すると記載されている。

**【0006】**

**【特許文献1】**

特開2001-332388号公報

**【特許文献2】**

特表2001-507503号公報。

**【0007】**

**【発明が解決しようとする課題】**

図34は従来のOLEDの一例を示す要部概略断面図である。図34において、発光層を含む有機膜100から出射した光のうち、基板面に平行、またはほぼ平行な方向に出射する光の一部は傾斜した反射面（図では電極300の傾斜面）で反射し、その進行方向が変わり観察者1000側に出射する。しかし、発光層から出射し傾斜した反射面に入射する光は、発光層から出射した光の一部に限られるため、依然として多くの光が導波により損失し、有效地に利用されない。さらに、ある画素の発光層から出射した光のうち、傾斜反射面に入射しない光の一部が異なる画素に導波し、異なる画素に形成された傾斜反射面で反射して観察者に向かうことで光学的なクロストークや表示のにじみが発生する。また、図34に示したように、傾斜した反射面をOLEDを構成する電極と兼用する場合には、電極層が傾斜面を乗り越える部分での段差のために断線して不良が発生し易い。

**【0008】**

本発明の目的は、上記したOLEDの様々な課題を解決することにあり、発光層から出射した光を効率良く表示に寄与させることで明るい表示を実現すると同時に、光学的なクロストークや表示のにじみのない高品位な画像を表示する発光型の表示装置を提供することにある。また、本発明の他の目的は、上記傾斜した反射面を形成しても電極の断線による不良の発生がないOLEDを提供することにある。本発明のさらに他の目的については以下の記述から明らかになるであろう。

**【0009】**

**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するため、本発明の表示装置は、基板上にマトリクス状に配置した複数の画素を構成する発光素子を備える表示装置であって、該発光素子は少なくとも一部に平坦な面状の発光層を有する発光素子であり、少なくとも該発光層の平坦部の周縁部に前記発光層の平坦部に対して傾斜した反射面（傾斜反射面）を備え、前記発光層上であって該傾斜反射面で囲まれる領域に光を導波する導波層が充填され、該導波層が画素毎に光学的に分離されている点に特徴を有するものとした。また、前記傾斜反射面は前記基板上に形成された突起の傾斜面に形成され、該突起は前記基板面から離れるにしたがいその幅が小さくなる断面形状を有するものとした。このため、前記導波層は前記基板面から離れるにしたがい幅が広くなる断面形状を有する。

**【0010】**

また、上記画素毎に光学的に分離された導波層を実現するため、前記傾斜反射面の前記発光層の平坦部からの高さを前記導波層の最大高さよりも高くする。或いは、この導波層を画素毎に分離した状態で形成する。

**【0011】**

前記発光素子としては光反射面として機能する反射電極と、有機膜からなる発光層と、透明電極とを積層した構造の有機発光ダイオードを用いることができる。この際、導波層は空気よりも屈折率が高く、前記透明電極よりも屈折率の低い透明体で構成することが望ましい。

また、可視光に対して透明でガスバリア性を有する封止部材を前記基板の発光層形成面側に配置し、該封止部材と前記導波層との間に実質的に空気と同じ屈折率の間隙を設けた状

10

20

30

40

50

態で前記基板と前記封止部材を接着する。

#### 【0012】

上記構成の表示装置では、発光層から出射する光はそのまま、或いは反射電極で反射した後、透明電極を通過して導波層に入射する。導波層に入射した光のうち、導波層と間隙の境界面（以下、導波層の表面）に臨界角より小さな角度で入射する光は一部は反射するが、多くの光は間隙、及び封止部材を通過して画像光として観察者側へ向かう。一方、導波層に入射した光のうち、導波層の表面に臨界角より大きな角度で入射する光は導波層の表面で全反射し、導波層内を基板面に平行な方向へ導波する。導波層内を導波する光はやがて傾斜反射面に至り、そこで反射することで光の進行方向が変わり、導波層の表面に臨界角より小さな角度で入射すると一部が観察者側へ出射し、画像光として有効に利用される。  
10

#### 【0013】

つまり、従来、基板面に平行な方向へ導波し、損失となっていた光が導波層により効率良く傾斜反射面に導かれ、傾斜反射面での反射によりその光の進行方向が変わり画像光として有効に利用できるようになるため光取り出し効率が向上する。この際、導波層は画素毎に完全に分離されているため、ある画素の発光層から出射した光がこれと異なる画素に導波することができないので光学的なクロストークやにじみといった画質の劣化がない高品位な表示を実現できる。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、実施例の図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明による表示装置の1実施例を説明する1画素付近の要部概略断面図、図2は本発明による表示装置の1実施例を説明する要部平面図である。そして、図1は図2のA-A線に沿った断面に相当する。また、図2において並置して示した赤色発光画素20R、緑色発光画素20G、青色発光画素20Bからなる3つの画素で一つのカラー1画素を構成し、これら3つの画素が発光する各色の光を加法混色することで所定の色を表示する。なお、これらの画素20R、20G、20Bは単位画素、あるいは副画素とも称し、モノクロ表示装置の場合は、単位画素がモノクロ1画素となる。  
20

#### 【0015】

また、本発明の表示装置は必要に応じて形成される不図示の配線、スイッチング素子、容量部及び必要に応じて設けられる絶縁層が形成された基板800上に光反射性の導電材料から成る反射電極300が画素に対応して島状に形成され、反射電極300の周縁部には反射電極300の端部を覆うように絶縁性材料からなる突起500が形成される。この突起500は基板800から離れるに従いその幅が狭くなる断面形状をしており、側面に傾斜面を有する。突起500の傾斜面の一部と、反射電極300の上には画素毎に島状に形成された発光層を含む有機層100を備え、更にこれらの上に光透過性の導電材料からなる透明電極200が形成されている。  
30

#### 【0016】

透明電極200と反射電極300はそれぞれ陽極（もしくは陰極）及び陰極（もしくは陽極）として機能し、これらの電極間に形成した有機層100とともに有機発光ダイオードを構成するものである。有機層100は陰極側から順に電子輸送層、発光層、ホール輸送層を積層した3層構造、或いは、発光層と電子輸送層は兼用できる材料を用いることで1層とした2層構造を用いることができる。また、有機発光ダイオードの構造としてはさらに陽極とホール輸送層の間に陽極バッファ層を配置したものを用いてもよい。  
40

【0017】透明電極200上であって、突起500の傾斜面に相当する位置には光反射性の金属からなる傾斜反射面700が形成され、さらに突起500、すなわち傾斜反射面700で囲まれた窪地状の領域には可視光に対して透明で、その屈折率が空気よりも大きい材料で構成される導波層600が充填されている。尚、有機層100は通常、大気中の水分などにより劣化するため、外気と触れないように封止手段を用いて密閉封止することが望ましい。ここでは突起500をスペーサとして、可視光に対して透明でガスバリア性  
50

を有する封止部材 900 と基板 800 とを表示装置の表示部の周囲に枠状に塗布した接着性のあるシール剤により固定する場合を示す。

**【0018】**

封止部材 900 としてはガラス板や、ガスバリヤー処理を施した樹脂フィルム、薄いガラス板と樹脂フィルムを積層したものなどを用いることができる。この際、封止部材 900 と導波層 600 の間には空気と同程度の屈折率の間隙 950 を設けることが重要である。これは封止部材 900 と導波層 600 が接触していると、有機層 100 から出射し、導波層 600 を導波する光がこの接触部から封止部材 900 に入射し、封止部材 900 内を導波することで観察者 1000 側へ出射せず損失となったり、封止部材 900 を介して別の画素に入射し、そこから観察者 1000 側へ出射することでクロストークやにじみといった問題を起こすからである。

**【0019】**

間隙 950 には窒素ガスなどの不活性な気体を封入すると良く、封止部材 900 と基板 800 を固定する際、窒素ガスを封入し、密閉接着することで実現すればよい。また、間隙 950 を設けるということは導波層 600 と封止部材 900 とが接触していないことを意味するが、望ましくはフォトンのトンネリング現象により導波層 600 から封止部材 900 へ光が伝わらない距離以上の間隙を設ける。フォトンのトンネリング現象は波長よりも短い間隙で生じるため、間隙 950 は  $1 \mu\text{m}$  以上あれば十分である。

**【0020】**

尚、有機発光ダイオードの平坦部 25 を成す面からの高さ、ここでは反射電極 300 からの導波層 600 の高さ H2 は傾斜反射面 700 の高さ H1 よりも低くすることが重要である。その理由は導波層 600 が傾斜反射面 700 よりも高いと有機層 100 から出射し、導波層 600 を導波する光が傾斜反射面 700 を越えて異なる画素へ導波し、そこから外部へ出射することで光学的なクロストークや表示のにじみの原因となるからである。さらに突起 500 をスペーサとして平坦な封止部材 900 を配置する場合には、少なくとも  $H1 > H2$  でなければ導波層 600 と封止部材 900 が接触し、この接触部において導波層 600 から封止部材 900 に侵入する光に起因して、光取り出し効率の低下、及びクロストークやにじみといった問題を生じるからである。

**【0021】**

図 3 は本発明による表示装置の 1 実施例の動作の一例を説明するための要部概略断面図である。透明電極 200 と反射電極 300 との間に画像信号に応じた直流電流が流されると、陽極から注入されたホールがホール輸送層を経由して、また、陰極から注入された電子が電子輸送層を経由して、それぞれが発光層に到達し、電子 - ホールの再結合が生じてここから所定の波長の発光が生じる。有機層 100 を構成する発光層から出射する光はそのまま、或いは反射電極 300 で反射した後、透明電極 200 を通過して導波層 600 に入射する。導波層 600 に入射した光のうち、導波層 600 と間隙 950 の境界面（以下、導波層の表面と呼ぶ）に臨界角より小さな角度で入射する光は一部は反射するが、多くの光は間隙 950 、及び図示しない封止部材 900 を通過して観察者側へ出射して画像光 2000 として利用できる。

**【0022】**

一方、導波層 600 に入射した光のうち、導波層 600 の表面に臨界角より大きな角度で入射する光は導波層 600 の表面で全反射し、導波層 600 内を基板 800 面に平行な方向へ導波する。導波層 600 内を導波する光はやがて傾斜反射面 700 に至り、そこで反射することで光の進行方向が変わり、導波層 600 の表面に臨界角より小さな角度で入射すると一部の光が観察者側へ出射し、画像光 2001 として有効に利用されるようになる。つまり、従来、基板 800 面に平行な方向へ導波し、損失となっていた光が導波層 600 により効率良く傾斜反射面 700 に導かれ、傾斜反射面 700 での反射によりその光の進行方向が変わり画像光として有効に利用できるため光取り出し効率が向上する。この際、導波層 600 は画素毎に完全に分離されているため、ある画素の有機層から出射した光がこれと異なる画素に導波するということはないので光学的なクロストークや表示のにじみ

みといった問題は生じない。

#### 【0023】

尚、導波に起因した光損失の抑制による光取り出し効率の向上は発光領域の大きさに対して導波層600の厚さ(高さ)が大きいほど高くなる。つまり、図1及び図2に例示した画素構造の場合、突起500に囲まれた平坦部25が発光領域となるが、この発光領域の大きさに対して導波層600が厚いほど光取り出し効率は高くなる。これは以下の理由による。

#### 【0024】

導波層600を導波する光は、主に導波層600の表面と、反射電極300との間で反射を繰り返しながら傾斜反射面700に向かう。この際、反射電極300の反射率は通常100%ではないので、反射電極で反射する度に光の一部が反射電極に吸収され損失する。従って、反射電極の大きさ、つまり発光領域の大きさに対する導波層600の相対的な厚みを大きくすることで、導波層600を導波する光が傾斜反射面700に至るまでに反射電極300で反射する回数が少なくなるようすれば、反射電極300による光の損失が少なくなるため光取り出し効率が高くなる。尚、導波層は光が導波できなければ、光取り出し効率向上の効果が得られないで導波層の光学的厚さは光の波長よりも大きくし、光の良好な導波が行われる厚さであることが必要である。このため導波層の厚さは1μm以上あることが望ましい。

#### 【0025】

図2に例示した画素構造のように、発光領域の紙面上での左右方向長さWに対し、上下方向長さHが長いと、これら発光領域の長さと導波層600の高さ(厚さ)H2の比の間に $(H_2 / W) > (H_2 / H)$ の関係が成立立つ。この場合には上記の理由から上下方向よりも左右方向の光取り出し効率が高くなり、輝度の視野角は上下方向よりも左右方向が広くなる。このことは通常、表示装置においては上下方向よりも左右方向の視野角が広いことが望まれていることと、限られた光を効率よく観察者側へ配分する上で有効である。つまり、従来のOLEDディスプレイでは輝度の視野角特性に方向依存性がなく、全方位に渡って等しかったのに対し、本発明では発光領域の大きさ、つまり、対象とする方向における発光領域の長さと導波層の厚さの比を制御することで輝度の視野角依存性を制御することができる。このため、表示装置の用途に応じて最適な輝度特性を実現することが可能である。

#### 【0026】

これとは別に本発明では輝度の視野角特性を平坦部25を成す面(基板面)に対する傾斜反射面600の傾斜角度αによっても制御できる。図4は傾斜角度αと輝度の視野角特性の関係を見積もった結果を示すグラフによる説明図である。図4は着目する方向に対する発光領域の長さW(図2参照)と導波層600の厚さH2(図1参照)との比が $H_2 / W = 0.1$ であり、導波層の屈折率が1.5の場合を二次元のモデルで見積もった結果である。図4の横軸は視野角を示し、縦軸は平坦な層を平行に積層した従来構造のOLEDの正面輝度(視野角0°での輝度)で規格化した相対輝度を示す。図示の通り、この見積によると傾斜反射面の角度αを変えることで輝度の視角特性を変えることができる。例えば $\alpha = 23^\circ \sim 30^\circ$ とすると正面方向及びその近傍の輝度が高い視野角特性となり、 $\alpha = 45^\circ$ の場合には広い視野角範囲にわたりほぼ一定の輝度となる特性が得られ、 $\alpha = 60^\circ$ では視野角50°を超えると輝度が急激に低下する視野角特性となる。

#### 【0027】

現実には、傾斜反射面の形状は完全な平面で構成される斜面とはならないので、傾斜角度αは一定の角度とはならず位置によりその角度が連続的に変化することになる。従って、主に個人が使用する携帯電子機器の表示装置のように、視野角の広さが要求されず、むしろ正面方向の輝度が高いことが望まれる場合には傾斜角度αの平均値が $20^\circ \sim 30^\circ$ となるようにして、正面方向の輝度が斜め方向よりも高くなるようにするのが好ましく、またテレビのように大勢で使用する表示装置の場合には傾斜角度αの平均値が $45^\circ$ に近い角度となるようにして広い視野角範囲で明るい画像が得られるようにするのが好ましい。

尚、この見積結果は二次元の単純な系における限られた前提条件下での計算結果であるため定量的な判断には使えないが、定性的に大小関係を判断する場合には有効と考えられる。

#### 【0028】

次に、導波層600と透明電極200の屈折率の関係について説明する。図5及び図6は導波層600と透明電極200の屈折率の大小関係による効果の違いを説明するための図であり、図5は導波層の屈折率が透明電極の屈折率よりも小さい場合、図6が導波層の屈折率が透明電極よりも大きい場合を示す。ここで、透明電極の屈折率をn1、導波層600の屈折率をn2、透明電極から導波層へ入射する光の入射角をθ1、屈折角をθ2とするときスネルの法則から $\sin \theta_1 / \sin \theta_2 = n_2 / n_1$ という関係が成り立つ。従って、導波層600の屈折率n1が透明電極の屈折率n2よりも小さい場合には屈折角θ2が入射角θ1よりも大きくなる。10

#### 【0029】

一方、導波層600の屈折率n1が透明電極の屈折率n2よりも大きい場合には屈折角θ2が入射角θ1よりも小さくなる。このため導波層600内を導波層の表面で反射することなく導波する距離をn1 > n2の場合をL1、n1 < n2の場合をL2とするとL1がL2より長くなる。導波層600内を導波する光が導波層の表面で反射することなく導波する距離が長いということは、導波層600内を導波する光が傾斜反射面700に至るまでに反射電極300で反射する回数が少くなり、反射電極での吸収による光の損失が小さくなるということである。このため、導波層の屈折率を透明電極の屈折率よりも小さくすることが光取り出し効率を向上する上で望ましい。尚、n1 > n2の場合には透明電極200と導波層600との間に臨界角が存在し、透明電極から導波層へ臨界角よりも大きな角度で入射する光は全反射して導波層600に導くことができない。20

#### 【0030】

これに対し、n1 < n2の場合は臨界角がないため、n1 > n2の場合には臨界角となる入射角度の光であっても導波層600に導くことができるようになる。しかし、このような入射角の光も結局、導波層600の表面で全反射して反射電極300側に戻るため、何度も導波層600の表面と反射電極300での反射を繰り返すことで失われる。これを防ぐためには導波層をより厚くして、導波層内を導波する光が傾斜反射面700に至るまでに反射電極300で反射する回数を減らすことが必要となる。しかし、一般に透明電極200の屈折率は1.8～2.2程度と高く、これよりも屈折率の高い透明な材料（例えば酸化チタン）をミクロンオーダーの厚さに有機膜などにダメージを与えることなく形成するには時間がかかるため工業的には望ましくない。従って、導波層の屈折率は空気よりも高く、透明電極よりも低い、厚膜形成が比較的容易な透明樹脂材料を用いることが望ましい。この場合、導波層の屈折率は1.3から1.7とすることが現実的である。30

#### 【0031】

次に、表示装置の実施例について図面を参考しながら説明する。図7は本発明による表示装置の1実施例の全体レイアウトを模式的に示すブロック図である。また、図8は図7の表示部に構成されるアクティブマトリクスの等価回路図である。図7に示すように、表示装置1は、その基板800のほぼ中央部に表示部2を有する。この表示部2の上側（図7の上側）にはデータ線7に対して画像信号を出力するデータ駆動回路3が設置され、図の左側にゲート線8に対して走査信号を出力する走査駆動回路4が設置されている。これらの駆動回路3、4はPチャネル型とNチャネル型のTFT（Thin Film Transistor）による相補型回路から構成されるシフトレジスタ回路、レベルシフタ回路、アナログスイッチ回路などから構成される。なお、9は共通電位配線である。40

#### 【0032】

この表示装置1では、アクティブマトリクス型の液晶表示装置と同様、基板800上に複数のゲート線と、該ゲート線の延長方向に対して交差する方向に延長させた複数のデータ線が設けられ、図8に示すごとくこれらのゲート線G1, G2, ..., Gmとデータ線D1, D2, ..., Dnとの交差するところにマトリクス状に画素20が配置される。50

各画素はOLEDから構成される発光素子24と、蓄積容量23と、ゲート電極がゲート線に接続し、ソース・ドレイン電極の一方がデータ線に接続され、他方が蓄積容量23に接続されるNチャネル型のTFTからなるスイッチトランジスタ21と、ゲート電極が該蓄積容量23に接続し、ソース電極が上記データ線と同じ方向に延在する共通電位配線9に接続され、ドレイン電極が発光素子24を構成するOLEDの陰極に接続されているNチャネル型のTFTからなるドライバトランジスタ22とから構成されている。また、発光素子24を構成するOLEDの陽極は全画素共通の電流供給線に接続されて一定の電位Vaに保たれる。発光素子24としては赤色、緑色、青色のいずれかの光を発するものが所定の順序でマトリクス状に配置される。

## 【0033】

上記構成によれば、走査信号によってスイッチトランジスタ21がオン状態になると、データ線から画像信号がスイッチトランジスタ21を介して蓄積容量23に書き込まれる。したがって、ドライバトランジスタ22のゲート電極は、スイッチトランジスタ21がオフ状態になっても、蓄積容量23により画像信号に相当する電位に保持される。ドライバトランジスタ22は、定電流性に優れるソース接地モードでの駆動状態に保たれ続けて、電流供給線からの電流が発光素子24を構成する有機発光ダイオードを流れるので、発光状態に維持される。このときの発光輝度は、蓄積容量23に書き込まれるデータに依存する。発光の停止はドライバトランジスタ22をオフ状態とすることで実現する。

## 【0034】

次に、図9と図10、及び図1と図2を参照して本発明の1実施例にかかる表示装置の構造を説明する。図9は本発明による表示装置の1実施例における画素の平面構造の要部該略透視図である。また、図10は図9のB-B線に沿った断面図である。本実施例の表示装置は、ガラスなどの平坦な基板800上に、スイッチトランジスタ、ドライバトランジスタといった駆動素子（ここでは、薄膜トランジスタ）と、これらの駆動素子に接続されるゲート線、データ線、共通電位配線、蓄積容量用電極等が形成されて、その上層に絶縁層30が形成されている。絶縁膜30の上には発光素子24の陰極として機能する反射電極300が島状に形成され、反射電極300は絶縁層30のコンタクトホール31を介してドライバトランジスタのドレイン電極26と接続される。

## 【0035】

本実施例では反射電極300が陰極として機能する。陰極としては仕事関数の低いAl、Mg、Mg-Ag合金やAl-Li合金などを用いることができる。Al単体では駆動電圧が高く、寿命が短いことから反射電極の上に形成される有機層との間に極薄いLi化合物（酸化リチウムLi<sub>2</sub>O、フッ化リチウムLiFなど）を挿入してAl-Li合金に匹敵する特性を得るようにしたもの用いても良い。また、陰極に接する部分の有機層をリチウムやストリニチウムなどの反応性の高い金属でドーピングして駆動電圧を低くするようにも良い。尚、反射電極は光の反射率が高い材料から構成されることが、有機層から出射した光の利用効率向上の面から望ましい。

【0036】駆動素子や配線が形成された領域にはこれらを覆い、なおかつ反射電極300の平坦部を取り囲むように突起500が形成される。この際、突起500はコンタクトホール31を覆うように形成する、言い換えるとコンタクトホールが突起の下部に配置されるよう構成することが望ましい。これはコンタクトホール31の上部には段差が存在し、実質的には発光領域として利用できないため、この部分を初めから突起で覆うことで少しでも広い発光領域を確保して、より高い輝度を実現するのに有効であるからである。また、突起500は反射電極300の端部を覆うように形成すると良い。これは反射電極300の端部の段差によって、反射電極300の上に形成する有機膜100や透明電極200に亀裂が入り透明電極200が断線したり、反射電極300と透明電極200が短絡するなどの不良発生を防止するためである。

## 【0037】

突起500は絶縁性の材料をフォトリソグラフィ法などによりパターニングすることで形成される。突起500としてはシリコン酸化物やシリコン窒化物などの無機物、あるいは

10

20

30

40

50

アクリル、ポリイミド等の誘電体材料を用いればよい。尚、突起500はこれにより傾斜反射面700の高さ、及び導波層600の厚さが決まるため、高い光取り出し効率を実現するために数 $\mu\text{m}$ 以上の高さがあることが望ましく、このような高さの突起を比較的短時間に形成するためには有機材料を用いることが現実的であり望ましい。突起500は基板800から遠ざかるにしたがい幅が狭くなる断面形状をしており、その側面が基板面に対して傾斜した傾斜面となっている。尚、突起500は所望の傾斜面を形成できるのであればどんな形成方法で形成しても良く、例えばスクリーン印刷法や、インクジェットによる直接描画といった方法でもよい。

#### 【0038】

突起500の傾斜面の一部と、反射電極300の上には赤色、緑色、青色のいずれかの色に発光する発光層を有する有機層100が所定の配置で、画素毎に島状に塗り分けられる。さらに表示部2の全面を覆うように陽極として機能する透明電極200が形成される。このような電極としては仕事関数の高い透明な電極材料を用いれば良く、例えばITO(Indium Tin Oxide)が好適である。また、IZO(Indium Zinc Oxide)を用いることもできる。

透明電極200は電流供給線と接続される。有機層100としては陽極(透明電極200)と陰極(反射電極300)との間に所定の電流を流したときに所望の色で発光する材料を用いれば良く、陰極側から順に電子輸送層、発光層、ホール輸送層を積層した3層構造、或いは、発光層と電子輸送層は兼用できる材料を用いることで1層とした2層構造を用いることができる。

#### 【0039】

赤色発光用の材料としては、例えばホール輸送層はトリフェニルジアミン誘導体TPD( $N, N'$ -ビス(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン)や、 $\alpha$ -NPD( $N, N'$ -ジ(α-ナフチル)-N,N'-ジフェニル-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン)、電子輸送性発光層(電子輸送層と発光層を兼用)はAlq3(トリス(8-キノリノレート)アルミニウム)にDCM-1(4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノスチリル)-4H-ピランを分散したもの)を用いることができる。

#### 【0040】

緑色発光用の材料としては例えはホール輸送層はトリフェニルジアミン誘導体TPDや、 $\alpha$ -NPD、電子輸送性発光層(電子輸送層と発光層を兼用)はAlq3や、キナクリドンでドーピングしたAlq3や、Bebqを用いることができる。

#### 【0041】

青色発光用の材料としては例えはホール輸送層はトリフェニルジアミン誘導体TPDや、 $\alpha$ -NPD、発光層はDPVBi(4,4'-ビス(2,2-ジフェニルビニル)ビフェニル)や、これとBCzVBi(4,4'-ビス(2-カルバゾールビニレン)ビフェニル)からなる材料、或いはジスチリルアリレン誘導体をホストとし、ジスチリルアミン誘導体をゲストとしてドーピングしたもの、電子輸送層としてはAlq3を用いることができる。また、電子輸送性発光層(電子輸送層と発光層を兼用)としてZn( $o \times z$ )<sub>2</sub>(2-(0-ヒドロキシフェニル)-ベンズオキサゾールの亜鉛錯体)を用いることができる。

#### 【0042】

さらに、上記低分子系の材料の他にポリマー系の材料を用いることができる。ポリマー系の材料としてはPEDT/PSS(Polyethylene dioxythiopheneとPolystyrene sulphonateの混合層)とPPV(poly(p-phenylene vinylen))の積層膜をホール輸送層、発光層として用いることができる。また、緑色の発光はPPVに緑インクを調合したもの、赤色の発光は緑インクにローダミン101を赤発光ドーパントとして添加調合したもの、青色の発光層としてはF8(Poly(dioctylfluorene))を用いることができる。尚、F8は電子輸送層として機能することができる。また、ポリマー系の材料としてはこの他にPVK(ポリビニルカルバゾール)のような色素含有ポリマーを用いることができる。いずれにしても有機

10

20

30

40

50

層100を構成する各層は数十nm程度と光の波長程度以下と薄い層で構成される。

【0043】

有機層100の塗りわけは低分子系の材料を用いる場合には公知のシャドーマスクによる真空蒸着有機膜のパターニング成膜技術（例えばS.Miyaguchi, et al.: "Organic LED Fullcolor Passive-matrix Display", Journal of the SID, 7, 3, pp221-226(1999)に記載）を用いることができる。この工程の際、突起500はシャドウマスクの突き当て部材として使用することができる。また、有機層100をポリマー系の材料で構成する場合は公知のインクジェットパターニング技術（例えば、T.Shimada, et al.: "Multicolor Pixel Patternning of Light-Emitting Polymers by Ink-Jet Printing", SID 99 DIGEST, 376(1999)に記載）を用いることができる。この工程の際、突起500は画素領域を分離する土手として機能する。

【0044】

透明電極200上であって、なおかつ突起500の傾斜面に相当する部分には傾斜反射面700が形成される。傾斜反射面700としては反射率の高い金属、例えばアルミニウム、銀、クロムなどをマスクを介して蒸着する、あるいはフォトリソグラフィー法によりパターニングするなどして形成すれば良い。尚、傾斜反射面700を金属膜で構成する場合には以下の効果も得られる。一般に透明電極は金属よりも抵抗が高い。このため画面サイズの大きな表示装置では電源に近い場所と遠い場所とで電極の抵抗に起因した電圧差が生じ易い。この電圧差のため画素を構成する発光素子(OLED)に流れる電流値が電源に近い場所と遠い場所で異なり、輝度のむらが生じてしまう。これに対し、金属からなる傾斜反射面を透明電極上に密着形成することで、傾斜反射面が網目状に配した低抵抗な電極の役割を果たし、透明電極の抵抗に起因した輝度むらが防止できるという効果が得られる。

【0045】

傾斜反射面700としてはこの他に酸化シリコン、窒化シリコン、酸化チタンなどの透明な誘電体を積層して、多層膜による反射面を形成することも考えられる。この場合は光が反射する際に吸収損失がない反射面が実現できるという利点があるが、作成に時間がかかること、及び反射率の波長依存性や角度依存性など考慮すべき課題がある。傾斜反射面700で囲まれた窪地状の領域には可視光に対して透明な材料からなる導波層600が形成される。導波層600としては透明電極200よりも屈折率の低い透明材料として透明な樹脂を用いると良い。

この場合、導波層600は画素間に相当する傾斜反射面700に撥液処理をした後、バインダー樹脂成分と溶剤からなる組成物をスピンドルコート法、ブレードコート法などの成膜法を用いて成膜後、乾燥固化させることで形成することができる。或いは、バインダー樹脂成分と溶剤からなる組成物をインクジェット法などの印刷技術を用いて傾斜反射面700に囲まれた領域に選択的に成膜後、乾燥固化することで形成しても良い。

【0046】

導波層600を構成するバインダー樹脂はそれ自体に重合反応性がなく単に乾燥固化する樹脂を用いても良いし、成膜後、重合反応により硬化させることができる樹脂を用いても良い。重合反応により硬化させることができる樹脂の場合、単に乾燥固化する樹脂よりも密着性や耐久性が高くできるが、重合硬化の際に紫外線や電子線などを照射する、あるいは加熱する必要があるので、有機膜へのダメージができるだけ小さくなるようなプロセスにする必要がある。導波層600としては透明なアクリル樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリアクリルアミド、ポリビニルアルコール等の樹脂から1種もしくは複数種混合したものや、感光性樹脂等を用いることができ、固化後の導波層600の厚さH2が傾斜反射面の高さH1より低くなるようにすることが上述の理由から重要である。

【0047】

導波層600の上には間隙950を介して可視光に対して透明でガスバリア性を有する封止部材900が設けられる。封止部材900としてはガラス板や、無機材料を積層してガ

10

20

30

40

50

スバリヤー性を高めた樹脂フィルム、薄いガラス板と樹脂フィルムを積層したものなどを用いることができる。封止部材900は突起500をスペーサーとして導波層600との間に間隙950を確保し、表示部2の周囲に枠状に形成した接着力のあるシール剤で基板800に固定する。この際、間隙950に窒素などの不活性ガスを封入した状態で封止部材900と基板800を密閉接着する。尚、封止部材900と基板800との間であって表示部2の邪魔とならない位置に必要に応じて乾燥剤を設けるとよい。

#### 【0048】

次に、表示装置1の表示動作を図8、図11及び図12を用いて説明する。図11はゲート線G1, G2, …, Gmに順次印加される電圧VG1, VG2, …, VVmのタイミング図である。また、図12は1行1列に位置するゲート電圧VG1とデータ電圧VD1、及び蓄積容量23の電圧状態例の説明図である。図11に示すとおりゲート線G1, G2, …, Gmには順次スイッチングトランジスタ21をターンオンする電圧VG1, VG2, …, VVmが印加される。時刻t=t<sub>0</sub>にゲート線G1にスイッチングトランジスタ21をターンオンする電圧VG1が印加されると、1フレーム期間Tf内に垂直方向の走査を1回終えて、再びゲート線G1にターンオン電圧が印加されるのは時刻t=t<sub>0</sub>+Tfである。この駆動方法では、1本のゲート線にターンオン電圧が印加される時間は、Tf/m以下となる。一般的にTfの値としては、1/60秒程度が用いられる。

#### 【0049】

あるゲート線にターンオン電圧が印加されているときは、そのゲート線に接続されたスイッチングトランジスタは全てオン状態となり、それに同期してデータ線D1, D2, …, Dnには画像信号に応じたデータ電圧が印加される。これはいわゆる線順次走査方式と呼ばれる方式である。次に1行1列に位置する画素に着目し、ゲート電圧VG1とデータ電圧VD1、及び蓄積容量23の電圧状態を図12を参照しながら説明する。t=t<sub>0</sub>において、VG1に同期したデータ電圧VD1の値をd<sub>1</sub>とし、次フレームt=t<sub>0</sub>+Tfにおいてデータ電圧をd<sub>2</sub>とする。この場合、ゲート線G1にターンオン電圧が印加されている間に、これらのデータ電圧は蓄積容量23に蓄えられ、1フレーム期間はほぼそれらの値に保たれる。これらの電圧値は、ドライバトランジスタ22のゲート電圧を規定し、これによりトランジスタを流れる電流値が制御されるので、これらと共に電位配線によって印加される電圧(一定)と、透明電極に印加されている電圧Va(一定)とで決まる一定の電流が発光素子を流れ、所定の発光を生じる。

#### 【0050】

つまり、発光量を制御すべき画素に対応したゲート線にターンオン電圧が印加されるのに同期して、画像情報に対応した電圧をデータ線を介して印加することで画素の発光量を制御することができる。従って、表示部2を構成する複数の画素の発光量を画像情報に応じて制御することで所望の画像を表示することができる。尚、発光素子の陰極及び陽極の両端に電圧が印加されてから発光が始まるまでの応答時間は通常1μs以下であるため、動きの速い画像にも追随できる画像表示を実現できる。ここで、一般に有機発光ダイオードはこれに流れる電流を大きくすると、その発光量が大きくなり明るい表示が得られるが、その分消費電力が大きくなり、素子の寿命(例えば、発光量が初期の半分になるまでの時間)が短くなる。

#### 【0051】

上記したように、本発明の表示装置は、従来では導波により損失となっていた光を画像光として効率よく利用できる。このため、同じ消費電力であれば、輝度が高く、明るい表示の表示装置を実現できる。或いは、同じ輝度(明るさ)であれば発光素子に流れる電流を小さくできるので消費電力が小さくなり、寿命の長い表示装置を実現できる。さらに、本発明の表示装置は、導波層が画素毎に分離されているため、ある画素から出射する光が他の画素領域に導波し、そこから出射することで生じる光学的なクロストークや表示のにじみといった画像の劣化がなく、くっきりとした高品位な表示を実現することができる。

#### 【0052】

尚、上記実施例では基板800上であって駆動素子や配線などの段差がない平坦な部分を

10

20

30

40

50

発光領域とし、駆動素子や配線などの段差を突起で覆う場合を述べたが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、駆動素子や配線などが形成された基板において、駆動素子や配線などの段差が存在する部分も含め、その表示部を全面的に絶縁材料から成る平坦化層で覆い、その平坦化された表面に反射電極、及びその上に形成される突起などの本発明に係る構造物を形成するようにしても良い。平坦化層としてはアクリル系樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂、ポリイミド系樹脂等の有機材料を用いれば良く、これらの有機材料をスピンドルコート法などで成膜することでその表面は比較的容易に平坦化できる。このように配線や駆動素子の上も平坦化層により平坦化し、発光領域として利用できるようすれば、画素サイズに対して配線や駆動素子が大きくなり平坦な部分が十分に確保できないような場合にも広い発光領域が確保できるためより明るい表示装置が実現できるようになる。

#### 【0053】

また、上記実施例ではアクティブマトリクス駆動の表示装置について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、TFTなどの駆動素子を設けずに本発明の発光素子の電極をそれぞれ垂直走査線、水平走査線に直結して駆動する単純マトリクス駆動の表示装置に適用しても良い。さらに、画素の配置はストライプ配置、モザイク配置、デルタ配置などいずれの配置でもよく、表示装置の仕様に合せた適切な配置を選択すれば良い。

#### 【0054】

次に、図1に示した本発明の1実施例の製造方法について図13乃至図16を参照して説明する。図13は本発明による表示装置の製造方法における突起部分を製作する工程図である。図13(A)に示すように、駆動素子(以下、薄膜トランジスタ)や配線などが形成され、さらに最表面に絶縁膜890を形成した基板800上に、Al、Mg、Mg-Al合金、またはAl-Li合金からなる反射電極300用の電極層310を形成する。なお、薄膜トランジスタや配線などは図示を省略してある。このとき、絶縁膜890に形成したスルーホール(図示せず)を介して反射電極300の電極層310はドライバ用の薄膜トランジスタの電極と電気的に接続される。次に、反射電極300用の電極層310の上にフォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィ技術によりフォトレジスト膜をパターンングする。これを保護膜として電極層310をエッチングし、不要なフォトレジストを除去して、図13(B)に示すような画素に対応した島状の反射電極300を得る。

#### 【0055】

次に、反射電極300が形成された基板800上にフォトレジストを最終的に所望の厚さとなる厚さにスピンドルコート法などで塗布する。このとき、フォトレジストは溶媒に溶けているので、濃度調整などによりその粘度を制御し、さらに成膜時の基板の回転速度を調整することで膜厚が制御できる。フォトレジストを塗布後、加熱して溶媒を蒸発させることでフォトレジスト膜510が形成される。このフォトレジスト膜510をフォトマスク810を介して露光し(図13(C))、現像することで図13(D)に示すような画素間に形成された突起500が得られる。尚、フォトレジストにはネガ型とポジ型があり、ネガ型の場合は、露光されていない部分からフォトレジストが溶け出すため断面形状が矩形、或いは台形に近い形状が得られ易い。また、ポジ型の場合は現像後の断面形状は基板面に対する側面の傾斜角度が基板から離れるにしたがい連続的に小さくなる形状が得られ易い。これらポジ型、ネガ型の選択は、それぞれの特性を考慮して所望の形状の突起が得られやすいものを選ぶようにすればよい。

#### 【0056】

ネガ型のフォトレジストとしてはポリビニルアルコールに感光基であるケイ皮酸を縮合したケイ皮酸系レジスト、環化ゴムに感光基としてビスアジド化合物を添加したゴム系レジストなどを用いることができる。また、ポジ型としては感光剤としてのナフトキノンジアジド化合物と、アルカリ可溶性フェノール樹脂との混合物を用いることができる。ポジ型の具体的な例としては製品名オプトマー(JSR製)がある。このフォトレジストはアクリル系の樹脂とナフトキノンジアジド化合物との混合物であり、例えば製品名オプトマ

一 P C 4 0 3 ではスピンドル法において基板の回転数を 7 0 0 r p m で成膜すると 3 . 5  $\mu$  m 程度の膜厚を実現できるように粘度が調整されている。

#### 【 0 0 5 7 】

この場合、基板上にフォトレジストを塗布し、加熱後、突起部に相当する部分のみが露光されるフォトマスクを用いて露光する。露光後、現像、加熱することで断面形状が図 1 4 に例示するような形状の突起 5 0 0 が得られる。突起の側面の傾斜角度は基板面に最も近い位置での角度  $\beta$  が作成条件により 3 0 ° から 6 0 ° のものが得られ、基板面から離れたとしたがい突起側面の傾斜角度は連続的に小さくなる。例えば突起の高さを 3 . 5  $\mu$  m とした場合、角度  $\beta$  が約 6 0 ° で高さ 3  $\mu$  m における傾斜角度が約 2 0 ° の側面形状を得ることができ、本実施例における突起として利用することができる。また、膜厚 3 ~ 4  $\mu$  m の突起を形成するポジ型フォトレジストとしては製品型名 H D 8 0 1 0 X F 2 (日立化成製) の感光性ポリイミドも用いることができる。

#### 【 0 0 5 8 】

フォトマスク 8 1 0 は石英基板などの紫外線を透過する透明基板上に、金属膜などにより遮光部がパターン形成されたものを用いればよい。また、露光量を位置により微妙に変化させることで最終的に得られる突起の形状を制御するため、金属膜の厚さの制御、あるいは複数の微小な開口の面積比率を位置により変化させるなどして遮光部の実効的な透過率を連続的に変化させたフォトマスクを用いても良い。尚、ここでは突起としてフォトレジストを用いる場合を述べた。これはフォトレジストを用いれば数  $\mu$  m の高さの突起を現実的なプロセス時間で形成することができるからである。

#### 【 0 0 5 9 】

しかしながら、本発明は突起としてシリコン酸化物やシリコン窒化物などの無機物を排除するものではない。突起としてシリコン窒化物を用いる場合は、C V D 法 (Chemical Vapor Deposition) により形成したシリコン窒化膜の上にフォトリソグラフィ法によりフォトレジストのパターンを形成し、エッチング後に不要なフォトレジストを除去することで突起を形成することができる。尚、成膜工程において供給する N H<sub>3</sub> や S i H<sub>4</sub> の濃度の条件を変えて、膜質の異なるシリコン窒化膜を複数層積層することで、エッチング後の突起の傾斜面の形状を制御するようになるとよい。尚、突起 5 0 0 は所望の傾斜面を形成できるのであればどんな形成方法で形成しても良く、例えばスクリーン印刷法や、インクジェットによる直接描画といった方法を用いてもよい。

#### 【 0 0 6 0 】

図 1 5 は本発明による表示装置の製造方法における有機膜部分を製作する工程図である。前記工程で突起 5 0 0 を形成後、突起 5 0 0 の傾斜面の一部、及び反射電極 3 0 0 上の突起 5 0 0 で囲まれた領域に有機膜 1 0 0 を形成する。有機膜 1 0 0 の形成は有機膜が低分子型の場合は、図 1 5 (A) に示すように、発光領域に相当する部分に開口部を有する金属板製のマスク 8 2 0 を介して蒸着により形成する。この際、突起 5 0 0 はマスク 8 2 0 の突き当て部材として使用しても良い。また、有機膜が高分子型の場合は図 1 5 (B) に示すようにピエゾ方式などによるインクジェットヘッド 8 3 0 から溶剤と有機膜材料からなる溶液を吹き付ける、いわゆるインクジェットパターニング技術により成膜する。この場合、突起 5 0 0 は溶液を溜める土手として機能させることができる。

#### 【 0 0 6 1 】

有機膜を形成した後、表示部の全面に透明電極 2 0 0 を形成する。透明電極としては I T O 、あるいは I Z O といった透明導電膜を用いることができ、真空蒸着法やスパッタリング法などで成膜することができる (図 1 5 (C)) 。ただし、通常の蒸着法では透明で電気抵抗の小さい導電膜を形成することは難しく、スパッタリング法の場合は有機膜 1 0 0 にダメージを与えて性能劣化の原因となる場合がある。このため、透明電極 2 0 0 を成膜する際は、有機膜 1 0 0 にできるだけダメージを与えないようにプラズマが基板 8 0 0 に直接触れないタイプのイオンプレーティング装置、或いは対向ターゲット型スパッタ装置などを用いるとよい。あるいは、有機膜の上に直接、透明導電膜を形成する前に、光を透過するぐらいの薄い金属膜を蒸着により形成し、この上に透明導電膜を形成することで透

10

20

30

40

50

明電極を形成してもよい。この場合、薄い金属膜が保護層として機能するため、透明導電膜形成時の有機膜へのダメージを低減することができる。この保護膜としては透明電極を陽極とする場合は金、白金、クロムなどの仕事関数の高い金属を10nm程度の膜厚で形成すればよい。

#### 【0062】

図16は本発明による表示装置の製造方法における導波層部分を製作する工程図である。図16(A)に示すように、前記工程で形成した突起500に相当する部分に開口部を有する金属板製のマスクを用い、Alなどの反射率の高い金属膜を突起に選択的に蒸着することで傾斜反射面700を形成する。その後、図16(B)に示すように、インクジェットヘッド850から突起500で囲まれた窪地状の領域に向けて導波層用組成物を吹き付ける。導波層用組成物は少なくとも溶剤と、可視光に対して透明なバインダー樹脂から構成する。導波層用組成物は突起の高さと同程度、或いは少し低いところまで堆積させ、透明電極200や傾斜反射面700になじんでから、十分にレベリングさせた後、乾燥、固化することで、図16(16C)に示すように傾斜反射面の高さ700よりも低い導波層600を形成する。尚、導波層用組成物の吹きつけ、乾燥、固化の工程を複数回行うことで所望の導波層を形成するようにしても良い。

#### 【0063】

導波層600を構成するバインダー樹脂はそれ自体に重合反応性がなく単に乾燥固化する樹脂を用いても良いし、成膜後、重合反応により硬化させることができる樹脂を用いても良い。重合反応により硬化させることができるとされる樹脂の場合、単に乾燥固化する樹脂よりも密着性や耐久性が高くできるが、重合硬化の際に紫外線や電子線などを照射する、あるいは加熱する際、有機膜へのダメージができるだけ小さくなるプロセス条件にする必要がある。導波層600としては透明なアクリル樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリアクリルアミド、ポリビニルアルコール等の樹脂から1種もしくは複数種混合したもの等を用いることができる。また、こうした材料で導波層600を構成することでITOやIZOといった透明電極よりも屈折率が低く、空気よりも屈折率の高い導波層を構成することができる。

#### 【0064】

尚、導波層の形成方法としては導波層用組成物を突起で囲まれた領域にインクジェット技術を用いて選択的に堆積させる方法の他に、バインダー樹脂成分と溶剤からなる導波層用組成物をスピンドルコート法などの成膜法を用いて全面に成膜後、乾燥固化させることで形成することができる。この場合には、突起に傾斜反射面を形成後、導波層用組成物を成膜する前に基板を酸素プラズマ、続いてCF4プラズマに曝す工程を加えると良い。この場合、傾斜反射面をAlで形成しておけばこれらの処理により傾斜反射面の表面のみがフッ素化されて撥液性を示すようになり、一方、透明電極はフッ素化されず導波層用組成物に対して濡れやすい表面特性を維持する。このため、導波層用組成物は傾斜反射面は避け、透明電極が露出している部分に留まり、傾斜反射面により画素毎に光学的に分離された導波層が形成できる。

#### 【0065】

尚、導波層は傾斜反射面によって完全に分離されていることが望ましいが、現実にはプロセスや材料によって傾斜反射面を乗り越えて隣の画素とつながる場合がある。このような場合、導波層が最も薄くなる領域、多くの場合は突起の頂上に相当する領域での導波層の厚さが光の波長よりも薄ければ光の導波モードは限られ、隣の画素へ漏れる光を極めて小さくできる。このため、導波層が隣の画素に位置する導波層と繋がっていても光の波長オーダーよりも薄い厚さでつながっている場合であれば、実質的には光学的に分離されている状態といえるため、本発明はこの状態を必ずしも排除するわけではない。

#### 【0066】

次に、図1に示したように、突起500をスペーサーとして封止部材900と導波層600との間に隙間950を確保した状態で、表示部の周囲に枠状に形成した接着力のあるシール剤により封止部材900を基板800に固定する。封止部材900と基板800

0を間隙950に窒素などの不活性ガスを封入した状態で密閉接着することで空気と同等の屈折率の間隙950が形成される。封止部材900としてはガラス板や、ガスバリアー処理を施した樹脂フィルム、薄いガラス板と樹脂フィルムを積層したものなどの可視光に対して透明でガスバリア性があるものを用いれば良い。

#### 【0067】

次に、本発明の表示装置の他の実施例について説明する。図17は本発明の表示装置の他の実施例の概略を示す要部断面図である。この表示装置は、突起500に囲まれた領域の中央部に相当する位置の導波層600の高さH3が突起500に近づくにつれて連続的に高くなり、傾斜反射面700近傍、及び傾斜反射面700上の導波層600の高さH4がH3より大きいこと以外、基本的な構成は上記実施例と同じであるため、同じ部分には同じ符号を付け詳細な説明は省略する。  
10

#### 【0068】

このような高さの関係を満足する導波層600は、バインダー樹脂成分と溶剤からなる導波層用の組成物を塗布する際、溶剤の沸点と常温での蒸気圧を考慮し、導波層用組成物塗布後の乾燥速度を制御することで形成することができる。つまり、導波層用組成物を塗布し、レベリングした後、乾燥させると溶剤の蒸発に伴い容積が減少し、突起に囲まれた領域の中央部が低く、傾斜反射面700上が高い導波層が得られる。このとき導波層600の表面は基板面に平行ではなく傾斜した状態となる。

#### 【0069】

次に、上記した導波層600の効果について説明する。図18と図19は導波層600の高さが位置により違う場合、すなわち、導波層600の最表面が基板面と平行ではなく傾斜している場合の説明図である。図18は着目する光2100の発光位置190の直上部における導波層の高さが、着目する光2100が導波層の表面で反射する位置690での導波層の高さよりも低い場合を示す。この場合、光2100が導波層の表面で反射する際の基板に平行な面に対する入射角度と反射角度をそれぞれ $\theta_3$ 、 $\theta_4$ とすると $\theta_3 > \theta_4$ の関係が成り立ち、導波層の表面で反射した光は基板面に対してより平行に近い角度の光になる。このため、導波層を導波する光が傾斜反射面に至るまでに、反射電極300で反射する回数が減り、反射電極での吸収による光の損失が減るため光取り出し効率が向上する。  
20

#### 【0070】

一方、図19は着目する光2100の発光位置190の直上部における導波層の高さが、着目する光2100が導波層の表面で反射する位置690での導波層の高さよりも高い場合を示す。この場合、光2100が導波層の表面で全反射する際の基板に平行な面に対する入射角度と反射角度をそれぞれ $\theta_3$ 、 $\theta_4$ とすると $\theta_3 < \theta_4$ の関係が成り立ち、導波層の表面で反射した光は基板面に対してより垂直に近い角度の光になる。このため、初めに導波層の表面で全反射した光は反射電極で反射した後、再び導波層の表面に入射するとその入射角度は小さくなり、それが臨界角よりも小さくなれば傾斜反射面に至るまでもなく光が取り出せるようになる。従って、導波層の最表面が基板面に対し傾斜している場合は、導波層の表面が基板面と平行な場合よりも光取り出し効率が高くなる場合がある。  
30

#### 【0071】

次に本発明の表示装置の他の実施例について説明する。図20は本発明による表示装置の他の実施例を説明する1画素付近の要部概略断面図である。本実施例の表示装置は、導波層600の厚さが突起500に囲まれた領域の中央部で一番厚く、突起500に近づくにつれて連続的に薄くなる、凸レンズ状の形状であること以外、基本的な構成は上記実施例と同じであるため、同じ部分には同じ符号を付け詳細な説明は省略する。このような導波層600の形状は、バインダー樹脂成分と溶剤からなる導波層用組成物を塗布する前に傾斜反射面700の表面を撥液性とし、透明電極200が露出している部分を親液性とするとい。具体的には導波層用組成物を塗布する前に基板を酸素プラズマ、CF4プラズマの順に曝す工程を加えると良い。  
40

#### 【0072】

この場合、傾斜反射面を A1 で形成しておけばこの処理により傾斜反射面の表面のみがフッ素化されて撥液（水）性を示すようになり、一方、透明電極はフッ素化されず導波層用組成物に対して濡れやすい表面特性を維持する。この他に表示部の全面に図示しない透明な濡れ性可変層を塗布し、傾斜反射面を撥液性にし、透明電極の露出部を選択的に親液性にするようにしてもよい。濡れ性可変層はバインダ樹脂と光触媒を必要に応じて他の添加物とともに溶剤中に分散させた溶液を塗布し、乾燥、硬化して光触媒を樹脂で固定することで形成できる。濡れ性可変層は厚くなるとこれを光が導波し、他の画素へ漏れて光学的なクロストークの原因となるので、粒径が 10 nm 以下の粒子からなる光触媒を用い、厚さを 300 nm 以下とすることが望ましい。光触媒としては酸化チタン、バインダ樹脂としてはオルガノポリシロキサンを用いればよく、このような濡れ性可変層形成後、傾斜反射面は遮光し、透明電極が露出している領域のみをマスク露光することで、非露光部が撥液性を示し、露光部分が高親液性を示すようになる。

#### 【0073】

このように傾斜反射面 700 の表面を撥液性とし、透明電極 200 が露出している部分を親液性とした後、導波層用組成物を塗布すると、傾斜反射面形成部と透明電極形成部との接触角の違いから傾斜反射面つまり突起に囲まれた領域の中央部に相当する位置が一番高く、突起 500 に近づくにつれて連続的に薄くなる、凸レンズのような形状の導波層が実現できる。本実施例においても導波層 600 の表面が基板面に対して傾斜していることによる光取り出し効率の向上効果が期待できる。

#### 【0074】

次に、本発明の表示装置の他の実施例について説明する。図 21 は本発明による表示装置の他の実施例を説明する 1 画素付近の要部概略断面図である。本実施例の表示装置は、図 20 を参照して説明した実施例において、導波層の厚みを増し、その最大高さが突起 500 よりも高いものであり、基本的な構成は上記実施例と同じであるため、同じ部分には同じ符号を付け詳細な説明は省略する。本実施例の場合、濡れ性可変層を露光する際に、突起の頂上部のみを遮光することで、突起の頂上部のみを撥液性とし、それ以外の傾斜反射面を含む領域を選択的に高親液性とすることで実現できる。本実施例においても導波層 600 の表面が基板面に対して傾斜していることによる光取り出し効率の向上効果が期待できる。また、導波層が凸レンズ状となるため導波層の表面形状による集光効果により正面方向の輝度が高い表示装置を実現できる。この場合は特に突起 500 を基板 800 と封止部材 900 を密閉接着する際のスペーサーとして使うことができない。そのため、基板 800 と封止部材 900 は表示部の周囲にビーズやロッドなどのスペーサー材料を混入した接着性のあるシール剤を枠状に塗布し、窒素を封入した状態で密閉接着して固定すると良い。

#### 【0075】

次に、本発明の表示装置の他の実施例について説明する。図 22 は本発明による表示装置の他の実施例を説明する 1 画素付近の要部概略断面図である。本実施例の表示装置は、図 1 を参照して説明した実施例において、封止部材 900 をなくし、代わりに導波層 600 の上にさらにガスバリア性の高い透明で緻密な導波層（以下、ガスバリア性導波層と呼ぶ）650 を形成したものである。その他の構成は上記実施例と同じであるため、同じ部分には同じ符号を付け詳細な説明は省略する。ガスバリア性導波層としては窒化シリコン、酸化チタンなどの無機膜を用いればよく、このような無機膜を CVD 法などにより成膜する際、供給するガス流量等の条件を最適化し、できるだけ緻密な膜を形成するようとする。尚、ガスバリア性導波層は単層ではなく、複数層で構成するようにしてもよく、さらに必要に応じてフォトリソグラフィ技術等を適用することで画素毎に光学的に分離した状態とする。本実施例では上記実施例と同様、光取り出し効率が向上し、光学的なクロストークがないくつきりとした画像を表示する表示装置が実現できる。特に封止部材がないことで、より薄く、より軽い表示装置が実現できるという効果がある。

#### 【0076】

次に、本発明の表示装置の他の実施例について説明する。図 23 は本発明による表示装置

10

20

30

40

50

の他の実施例を説明する1画素付近の要部概略断面図である。本実施例の表示装置は、図1を参照して説明した実施例において、有機膜100を形成する前に、反射電極の機能を兼用する傾斜反射面700を反射電極300及び突起500の傾斜面に形成し、その上有機膜100、透明電極200、導波層600などを形成するもので、上記実施例と同じ機能の部分には同じ符号を付け詳細な説明は省略する。図23に示す実施例の作成方法について先の実施例の図面と図24および図25を参照して説明する。なお、図24および図25は本発明による表示装置の図23に示した他の実施例の製造方法を説明する工程図である。

#### 【0077】

駆動素子や配線などが形成され、さらに最表面に絶縁膜890を形成した基板800上に、Al、Mg、Mg-Al合金、またはAl-Li合金からなる画素に対応した島状の反射電極300、及び突起500を形成するところまでは図13を参照して説明した前記実施例と同様である。次に、この基板800上に図24(A)に示すように、反射電極300と同様の反射性の金属材料から成る層を表示部全面に形成し、その後、フォトリソグラフィ技術を適用し、エッティングすることで、画素に対応した島状の傾斜反射面700を反射電極300および突起500の傾斜面上に形成する。このため傾斜反射面700と反射電極300は電気的に接続された状態となり、傾斜反射面700が反射電極としても機能する。

#### 【0078】

次に、図15を用いて説明した上記実施例と同様に、有機膜100をマスクを用いた蒸着、あるいはインクジェットパターニング技術を用いて成膜する。この際、図24(B)に示すように有機膜100は傾斜反射面700の端部を完全に覆うように、傾斜反射面700よりも広い面積に形成する。これは傾斜反射面700の端部が露出していると、有機膜100の上に形成する透明電極200と傾斜反射面が短絡するという不良の原因となるからである。

#### 【0079】

次に、図24(C)に示すように、表示部の全面に透明電極200を形成する。透明電極としては上記実施例と同様にITO、あるいはIZOを用いることができ、上記実施例と同じ方法で成膜するとよい。次に、図25(A)に示すように、必要に応じて濡れ性可変層210を表示部全面に塗布する。濡れ性可変層210は処理を施すことでの領域を選択的に撥液性から親液性、あるいは親液性から撥液性へ変えることができる層である。濡れ性可変層210としては光触媒とバインダ樹脂とから構成される膜を使用することができる。この場合、バインダ樹脂と光触媒を必要に応じて他の添加物とともに溶剤中に分散させた溶液を基板上に塗布し、乾燥、硬化して光触媒を樹脂で固定することで濡れ性可変層を形成できる。濡れ性可変層210は厚くなるとこれを光が導波し、他の画素へ漏れて光学的なクロストークの原因となる。従って光触媒としては粒径が10nm以下の粒子を用い、厚さを300nm以下として光が導波しにくくすることが望ましい。光触媒としては例えば酸化チタン、バインダ樹脂としてはオルガノポリシロキサンを用いることができ、この場合は露光処理により、露光部が高親液性を示すようになり、非露光部は撥液性を示す。

#### 【0080】

従って、図25(B)に示すように画素間に相当する領域、つまり突起500の頂上部分は遮光し、他の部分は光を透過するフォトマスク870を介して濡れ性可変層210を露光すると、画素間に相当する突起500の頂上部分は撥液性を示し、他の領域は高親液性を示すようになる。次に、図25(C)に示すように、インクジェットヘッド880から突起500で囲まれた窪地状の領域に向けて導波層用組成物680を吹き付ける。導波層用組成物は図16を参照して説明した上記実施例と同様、少なくとも溶剤と可視光に対して透明なバインダー樹脂から構成する。導波層用組成物は傾斜反射面700の高さと同程度まで堆積させる。この際、突起500の頂上部分は撥液性を示すため、吹き付けた導波層用組成物は突起500の頂上部分を避け、突起500で囲まれた窪地に部分に留ま

10

20

30

40

50

る。吹き付けた導波層用組成物を十分にレベルングさせた後、乾燥、固化させることで傾斜反射面の高さ 700 よりも低く、画素毎に光学的に分離された導波層 600 を形成する。尚、導波層用組成物の吹きつけ、乾燥、固化の工程は 1 回だけでなく、複数回行うこと 10 で所望の形状の導波層を形成するようにしても良い。

#### 【0081】

次に、図 23 に示すように突起 500 をスペーサーとして封止部材 900 と導波層 600 との間に間隙 950 を確保した状態で、表示部の周囲に枠状に形成した接着力のあるシール剤により封止部材 900 を基板 800 に固定する。封止部材 900 と基板 800 を間隙 950 に窒素などの不活性ガスを封入した状態で密閉接着することで空気と同等の屈折率の間隙 950 が形成される。本実施例においても上記実施例と同様に、従来、基板面に平行な方向へ導波し、損失となっていた光が導波層 600 により効率良く傾斜反射面 700 に導かれ、傾斜反射面 700 での反射によりその進行方向が変わり画像光として有効に利用されるようになるため光取り出し効率が向上する。さらに、導波層 600 は画素毎に分離されているため、ある画素の有機層から出射した光が異なる画素に導波して、そこから観察者側へ出射することで生じる光学的なクロストークやにじみといった画質の劣化がない高品位な画像を表示する表示装置を実現できる。本実施例ではさらに傾斜反射面 700 が単なる反射面ではなく、反射電極と有機膜 100 と透明電極 200 とで構成される OLED の反射電極として機能する。このため、平坦な領域 25 だけでなく、突起 500 の傾斜部も発光領域として利用できるので、同じ画素サイズで比べると、図 1 に例示した実施例よりも広い発光領域が実現できる。このためより明るい表示装置を実現できると 20 いう効果がある。

#### 【0082】

図 26 は本実施例の表示装置の一部を示す概略断面図である。本実施例においても上記実施例と同様、反射電極 300 と駆動素子は突起 500 で覆われた領域で接続する。つまり、ドライバトランジスタの電極 26 と反射電極 300 は絶縁層 30 に設けられたコンタクトホール 31 を介して接続され、このコンタクトホール 31 は突起 500 及び傾斜反射面 700 の下に位置する。このことは発光領域として利用できないコンタクトホールの領域を傾斜反射面の下に配置することで少しでも広い発光領域を確保し、より高い輝度を実現するのに有効である。

#### 【0083】

次に、本発明の他の実施例について説明する。図 27 は本発明による表示装置の他の実施例の一部領域を示す平面図であり、加法混色により所定の色を表示する一つの絵素として機能する赤色発光画素、緑色発光画素、青色発光画素の内の一つの画素を示す。本実施例は図 1 及び図 2 を用いて説明した実施例の表示装置において、一つの画素 20 を傾斜反射面 700 を伴う突起 500 により複数の領域に分割したもので、上記実施例と同じ機能の部分には同じ符号を付け詳細な説明は省略する。

#### 【0084】

本実施例の表示装置では一つの画素を複数の領域に分割し、発光領域の大きさと導波層 600 の高さの関係を変えることで輝度の視野角特性を制御することができる。これは、上述の通り発光領域の大きさに対する傾斜反射面の高さ、及び導波層 600 の厚みが光取り出し効率の大小に影響するためである。つまり、傾斜反射面の高さ及び導波層の厚さに対して、着目する方向に対する発光領域の長さを大きくするとその方向の光取り出し効率は低くなり、逆に着目する方向に対する発光領域の長さを小さくすると光取り出し効率は大きくなりこの方向の輝度の視野角は広がる。従って、図 2 に例示する上記実施例の画素構造の場合には、紙面上における上下方向に対し、左右方向の視野角が広くなる。一方、図 27 に示す本実施例では画素を複数に分割し、分割された個々の発光領域の上下方向の長さ H3 と左右方向の長さ W2 を等しくすることで上下方向、左右方向ともに同じ視野角特性の表示装置が実現できる。本実施例では特に、画素のサイズにかかわらず、画素を複数に分割することで、分割しない場合よりも傾斜反射面の高さ及び導波層の厚さに対する発光領域の長さを短くできるため光取り出し効率がより高くなる。このため、同じ電力であ 40 50

ればより明るい表示装置が実現できる。

**[0085]**

図28は図27のC-C線に沿った断面図である。本実施例では上記の通り、ひとつの画素を突起500により複数の領域に分割するが、これら複数の領域はひとつの画素を駆動する1組の駆動素子により駆動することが回路を複雑にせず、駆動素子が増えることによる不良発生確率の増加を抑制するために重要である。このため、反射電極は分離せず、ひとつの画素20にはひとつの島状に形成された反射電極300を設ける。従って、画素を複数の領域に分断する突起500は図示の通り反射電極300の上に形成する。この場合、反射電極300は平坦な面でつながっているため突起500による段差のために生じる断線不良は発生しない。また、透明電極200が突起500を乗り越える部分は上述の通り、電極としても機能する傾斜反射面700が透明電極200上に積層されているため、断線し難い構造と成っている。  
10

**[0086]**

図29は図27に示した表示装置を図23を参照して説明した実施例の構成で実現する場合のC-C線における概略断面図である。この場合も、反射電極は分離せず、ひとつの画素20にはひとつの島状に形成された反射電極300を設け、画素を複数の領域に分断する突起500は図示の通り反射電極300の上に形成される。従って、反射電極300は平坦な面でつながっているため突起500による段差のために生じる断線不良は発生しない。尚、分割した画素の形状、すなわち突起で囲まれる領域の形状は図示のような矩形の外、3角形、6角形などの多角形や、楕円、円、半円など所望の視野角特性が得られる形状でどんな形状でもよい。  
20

**[0087]**

次に、本発明の他の実施例について説明する。図30は本発明による表示装置の他の実施例を説明する1画素付近の要部概略断面図である。本実施例の表示装置は、図23を参照して説明した上記実施例において、反射電極をなくし、図23における傾斜反射面700を図30に示す傾斜反射面兼用の反射電極350としたもので、その他の構成は上記実施例と同じであるため、同じ部分には同じ符号を付け詳細な説明は省略する。この場合、反射電極と傾斜反射面をひとつの層で実現するため工程が減り、スループットの向上により生産性があがる。しかし、この構造の場合、ひとつの画素を突起により複数の領域に分割すると、反射電極350が突起を乗り越える際に断線し、画素の一部領域が発光しないといった不良を発生する可能性がある。  
30

**[0088]**

図31は本実施例の一部領域を示す平面図であり、加法混色により所定の色を表示する一つの絵素として機能する赤色発光画素、緑色発光画素、青色発光画素の内のひとつの画素を示す。本実施例では図27を用いて説明した上記実施例において、画素を複数に分割する突起の一部に平坦領域550を設けことを特徴とする。この平坦領域を設けることにより画素内に突起があっても、画素内的一部分は必ずこの平坦領域でつながることに成る。つまり、ひとつの画素内では反射電極、有機膜、透明電極が突起などの段差を乗り越えることなく平坦な面でひとつにつながる。従って、この構造を採用すれば図30を用いて説明した上記実施例のように、突起を乗り越える部分で電極が断線する可能性のある構造においても、平坦領域により接続は保たれるため画素内的一部分領域が発光しないといった不良が発生し難い。つまり、突起の一部に平坦領域を設けることで電極の断線による不良発生が抑制され歩留まりが向上する。  
40

**[0089]**

次に、本発明の他の実施例について説明する。図32は本発明による表示装置の他の実施例を説明する1画素付近の要部概略断面図である。本実施例の表示装置は図1を用いて説明した実施例において、赤色発光画素、緑色発光画素、青色発光画素と塗り分けられていた有機層を全て青色発光の有機層とし、赤色、及び緑色を表示する画素に相当する位置の導波層中に青色の光を受けて赤色の蛍光を発する色変換層、及び青色の光を受けて緑色の蛍光を発する色変換層をそれぞれ設けたもので、上記実施例と同じ機能の部分には同じ符  
50

号を付け詳細な説明は省略する。ここで、OLEDディスプレイのフルカラー化に関してはいくつかの方式が提案・実証されおり、その中のひとつに青色発光素子と蛍光性の色変換層（CCM：color changing mediums）を組み合わせた方式（以下、CCM法）がある。CCM法は青色発光層で発生した光で蛍光性の色変換用蛍光色素層を励起し、青色から緑色、赤色へ変換し3原色発光を得るものである（情報映像メディア学会誌 Vol.54, No8, pp1115～1120参照）。

#### 【0090】

本実施例は、本発明にかかる表示装置にCCM法を適用したもので、青色発光画素に関しては上記実施例と同様に導波層は一層で形成し、赤色、及び緑色の発光画素に関しては図32に示すように、突起500で囲まれる窪地状の領域に第一の導波層601、色変換層602、第2の導波層603をこの順に積層形成したものである。第1の導波層及び第2の導波層は透明な樹脂あるいは塗化シリコン、酸化シリコン、酸化チタンなどの透明な無機物から構成すればよく、第1の導波層601の屈折率は透明電極200の屈折率よりも高くすることが望ましい。これは第1の導波層601の屈折率が透明電極200の屈折率よりも高い場合、有機層100から出射し、透明電極200を通過する光は第1の導波層601と透明電極200との境界面で全反射することがなくなり、効率よく色変換層602に導かれるので、色変換層において所望の色に変換される光が多くなり光取り出し効率が向上するからである。ITOやIZOなどからなる透明電極よりも屈折率の高い導波層材料としては酸化チタンを使用することができる。

#### 【0091】

色変換層および第2の導波層の高さは傾斜反射面の高さよりも低くすることが重要である。この場合、色変換層602から放出される光のうち、基板面に対し、平行に近い角度で放出される光は導波層を導波し、傾斜反射面で反射することでその一部が画像光として観察者1000側へ向かうため光取り出し効率が向上する。さらに色変換層602から放出される光が他の画素へ漏れて、そこから観察者1000側へ出射することで生じる光学的なクロストークや表示のにじみといった画質の劣化がないくつきりとした高品位な表示が実現できる。尚、第2の導波層603はこれがなくても効率向上などの効果がえられるが、その場合は必ず色変換層と封止部材との間に屈折率が空気と同等の隙間950を設けることが重要である。これは隙間を設けない場合には色変換層から放出された光の一部が封止部材内を導波して損失となったり、封止部材900を介して別の画素に入射し、そこから観察者1000側へ出射することでクロストークやにじみといった問題を起こすからである。

#### 【0092】

次に、本発明の表示装置の他の実施例について説明する。ここで説明する実施例は図1、図2等を用いて説明した上記実施例において、赤色発光画素、緑色発光画素、青色発光画素に塗り分けられていた有機層を全て白色発光の有機層とし、赤色表示画素に相当する位置の導波層には赤色の顔料を混入分散し、緑色表示画素に相当する位置の導波層には緑色の顔料を混入分散し、青色表示画素に相当する位置の導波層には青色の顔料を混入分散したもので、上記実施例と同じ機能の部分については詳細な説明は省略する。

#### 【0093】

白色発光を実現する有機層としては、発光色の異なる複数の発光層を積層する構成と、一つの発光層中に発光色が異なる色素をドーピングする構成がある。前者の構成としては例えばTPD、Alq3のAlq3を部分的にナイルレッドでドープし、さらに1,2,4-トリアゾール誘導体（TAZ）を組合せたものがある。また、後者としてはPVKに3種類の色素、例えば1,1,4,4-テトラフェニル-1,3-ブタジエン（TPB）、クマリン6、DCM1をドープしたものがある。いずれにせよ、白色発光の有機層としては発光効率が高く、寿命の長い白色発光が得られるものを用いることが望ましい。

#### 【0094】

導波層は、図16を参照して説明した実施例と同様、図16（B）に示すように、インクジェットヘッド850から突起500で囲まれた窪地状の領域に向けて導波層用組成物を

10

20

30

40

50

吹き付けることで形成できる。本実施例においては導波層用組成物は溶剤と透明なバインダー樹脂の他に顔料を含む。導波層用組成物に含まれる顔料は赤色表示画素に吹き付ける導波層用組成物には赤色顔料、緑色表示画素に吹き付ける導波層用組成物には緑色顔料、青色表示画素に吹き付ける導波層用組成物には青色顔料を混入、分散する。顔料は液晶表示装置に使われるカラーフィルター用の顔料と同じものを用いれば良い。

#### 【0095】

本実施例では有機層から出射した白色光は直接、または反射電極で反射した後、導波層に入射するが、導波層にはそれぞれ所望の色の顔料が含まれるため、例えば赤色表示画素に対応する導波層では赤色に相当する波長の光は透過するが、それ以外の波長の光はほとんど吸収される。このため、導波層を透過して、あるいは導波層を導波して、傾斜反射面で反射した後、観察者に向かう光は赤色表示画素であれば赤色の光となる。緑色や青色といった他の色の表示画素についても同様に、所望の色の光が出射する。本実施例では必要とされる有機層が1種類だけなので、画素毎に塗り分ける必要が無いため、製造が容易という特長を有する。また、上記実施例と同様、導波層および傾斜反射面の作用により光取り出し効率が向上するとともに光学的なクロストークのないくつきりとした高品位な表示装置が実現できる。

#### 【0096】

これまで述べた実施例では、マトリクス状に配置した複数の画素を構成する有機発光ダイオードの発光動作を駆動素子により制御して表示を行う、いわゆるアクティブマトリクス型の表示装置の場合を説明したが、本発明はこれに限定されない。つまり、上記本発明の光取り出し効率を向上する構造はいわゆるパッシブマトリクス型の表示装置や、単なる照明装置などの光源にも適用されるものである。また、発光素子に関しては上述の有機発光ダイオードだけでなく、無機のエレクトロルミネッセンス素子や無機の発光ダイオードなど、空気よりも屈折率が高い媒質中で発光し、発光層の少なくとも一部が平坦であるものに対して有効であることは上記から明らかだろう。

#### 【0097】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、導波層および傾斜反射面の作用により、光取り出し効率が向上し、同じ消費電力であれば、より輝度が高く、明るい表示の表示装置を実現できる。また、同じ輝度（明るさ）であれば発光素子に流れる電流を小さくできるので消費電力が小さくなり、さらに寿命が長い表示装置を実現できるという効果がある。さらに、光学的なクロストークや表示のにじみのないくつきりとした高品位な表示が得られる表示装置を提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による表示装置の1実施例を説明する1画素付近の要部概略断面図である。

【図2】本発明による表示装置の1実施例を説明する要部平面図である。

【図3】本発明による表示装置の1実施例の動作の一例を説明するための要部概略断面図である。

【図4】傾斜角度 $\alpha$ と輝度の視野角特性の関係を見積もった結果を示すグラフによる説明図である。

【図5】導波層の屈折率が透明電極の屈折率よりも小さい場合の導波層と透明電極の屈折率の大小関係による効果の説明図である。

【図6】導波層の屈折率が透明電極の屈折率よりも大きい場合の導波層と透明電極の屈折率の大小関係による効果の説明図である。

【図7】本発明による表示装置の1実施例の全体レイアウトを模式的に示すブロック図である。

【図8】図7の表示部に構成されるアクティブマトリクスの等価回路図である。

【図9】本発明による表示装置の1実施例における画素の平面構造の要部概略透視図である。

10

20

30

40

50

【図10】図9のB-B線に沿った断面図である。

【図11】ゲート線に順次印加される電圧のタイミング図である。

【図12】1行1列に位置するゲート電圧とデータ電圧、及び蓄積容量の電圧状態例の説明図である。

【図13】本発明による表示装置の製造方法における突起部分を製作する工程図である。

【図14】突起部分の説明図である。

【図15】本発明による表示装置の製造方法における有機膜部分を製作する工程図である。

【図16】本発明による表示装置の製造方法における導波層部分を製作する工程図である。

【図17】本発明の表示装置の他の実施例の概略を示す要部断面図である。

【図18】導波層の効果の説明図である。

【図19】導波層の効果の説明図である。

【図20】本発明による表示装置の他の実施例を説明する1画素付近の要部概略断面図である。

【図21】本発明による表示装置の他の実施例を説明する1画素付近の要部概略断面図である。

【図22】本発明による表示装置の他の実施例を説明する1画素付近の要部概略断面図である。

【図23】本発明による表示装置の他の実施例を説明する1画素付近の要部概略断面図である。

【図24】本発明による表示装置の図23に示した他の実施例の製造方法を説明する工程図である。

【図25】本発明による表示装置の図23に示した他の実施例の製造方法を説明する工程図である。

【図26】本発明による表示装置の他の実施例の一部を示す概略断面図である。

【図27】本発明による表示装置の他の実施例の一部領域を示す平面図である。

【図28】図27のC-C線に沿った断面図である。

【図29】図27に示した表示装置を図23を参照して説明した実施例の構成で実現する場合のC-C線における概略断面図である。

【図30】本発明による表示装置の他の実施例を説明する1画素付近の要部概略断面図である。

【図31】本発明による表示装置の他の実施例の一部領域を示す平面図である。

【図32】本発明による表示装置の他の実施例を説明する1画素付近の要部概略断面図である。

【図33】従来のOLEDの一例とその表示動作を説明する要部概略断面図である。

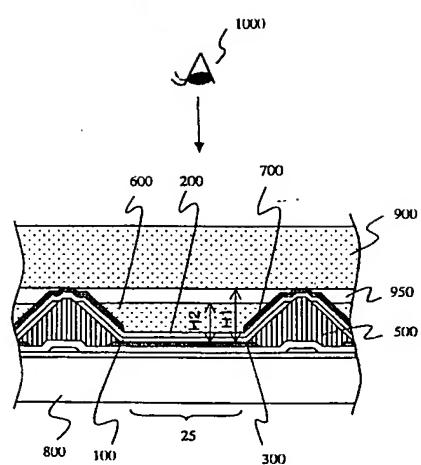
【図34】従来のOLEDの一例を示す要部概略断面図である。

【符号の説明】

1 . . . . 表示装置、2 . . . . 表示部、3 . . . . データ駆動回路、4 . . . . 走査駆動回路、7 . . . . データ線、8 . . . . ゲート線、20, 20R, 20G, 20B . . . 画素、21 . . . . スイッチトランジスタ（スイッチング用薄膜トランジスタ）、22 . . . . ドライバトランジスタ（駆動用薄膜トランジスタ）、23 . . . . 蓄積容量、24 . . . . 発光素子、100 . . . . 有機膜、200 . . . . 透明電極、300 . . . 反射電極、500 . . . . 突起、600, 601, 602 . . . . 導波層、700 . . . 傾斜反射面、800 . . . . 基板、900 . . . . 封止部材、950 . . . . 間隙。

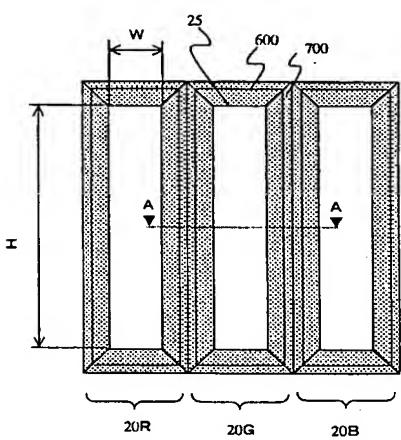
【図 1】

図 1



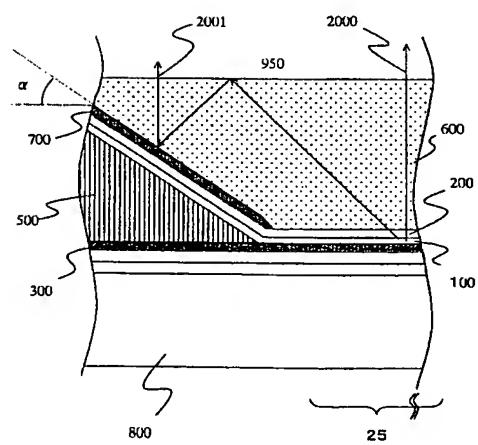
【図 2】

図 2



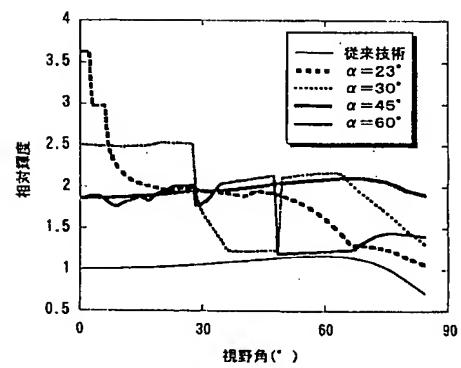
【図 3】

図 3



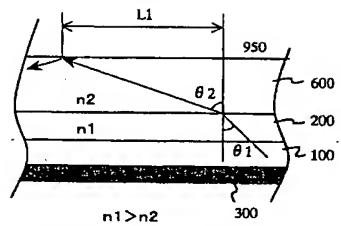
【図 4】

図 4



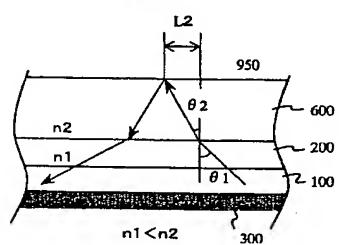
【図 5】

図 5



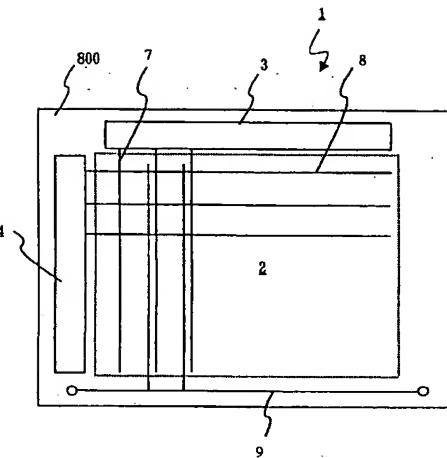
【図 6】

図 6



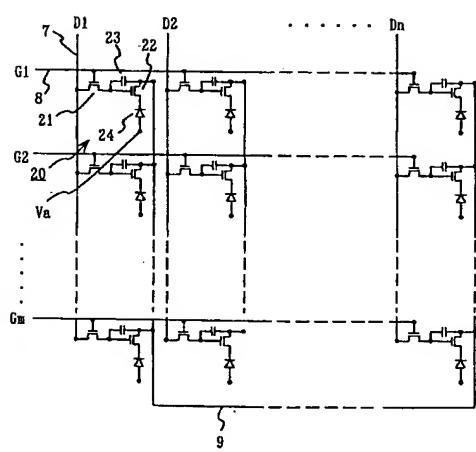
【図 7】

図 7



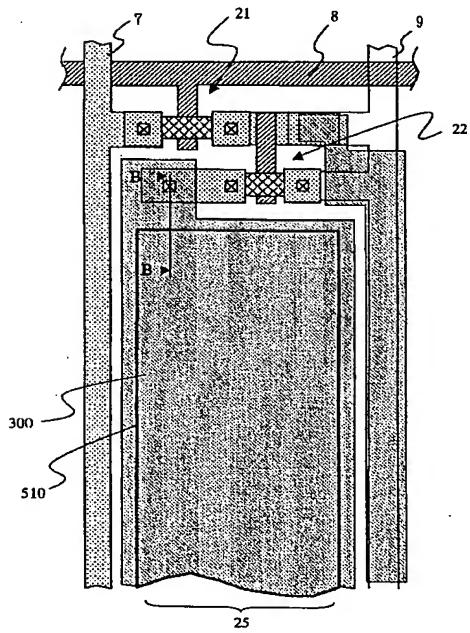
【図 8】

図 8



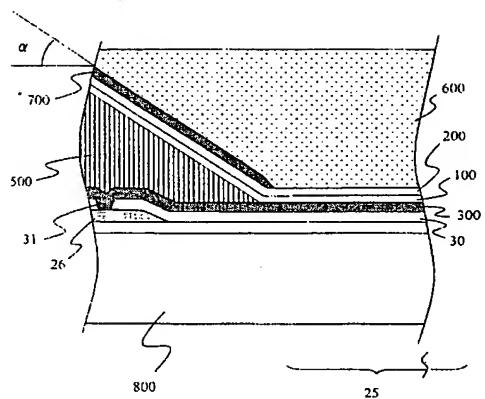
【図 9】

図 9



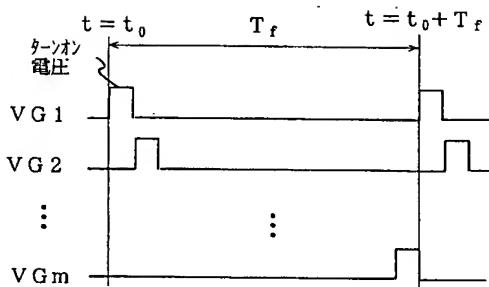
【図 10】

図 10



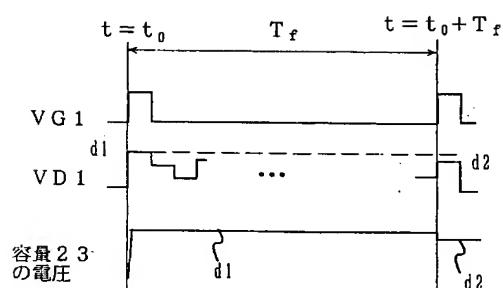
【図 11】

図 11



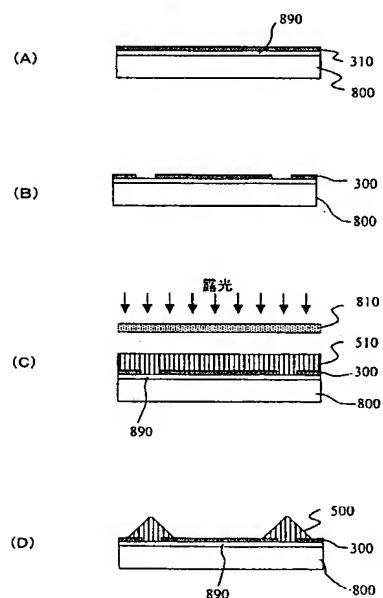
【図 12】

図 12



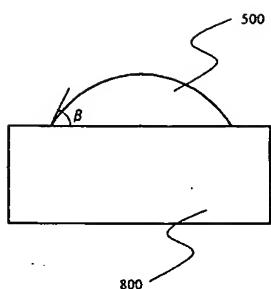
【図 13】

図 13



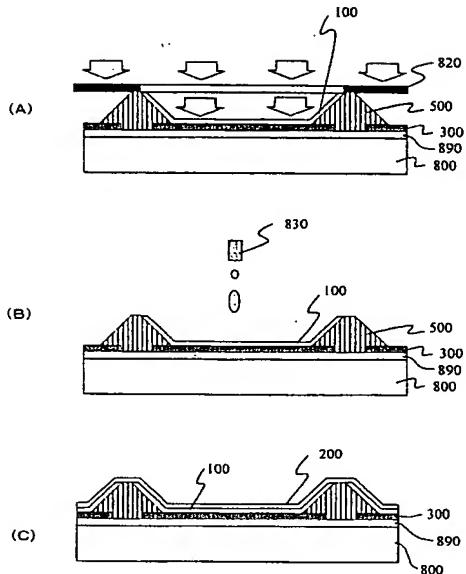
【図 14】

図 14



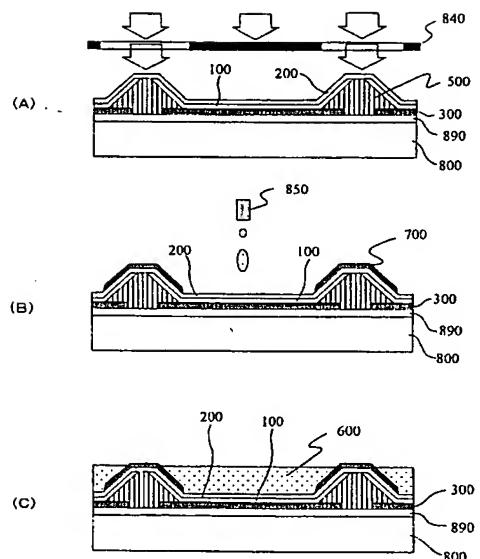
【図 15】

図 15



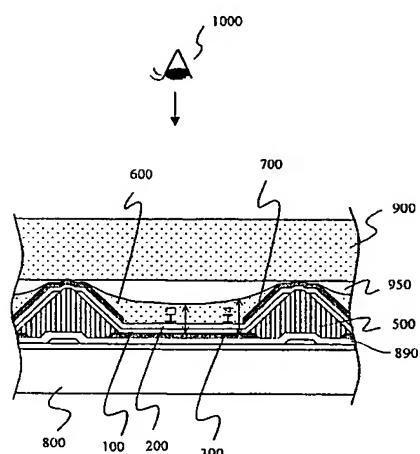
【図 16】

図 16



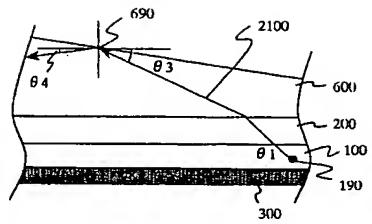
【図 17】

図 17



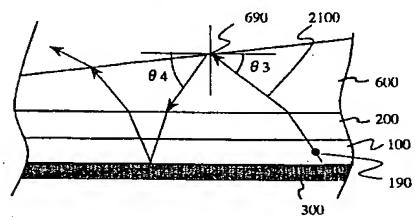
【図 18】

図 18



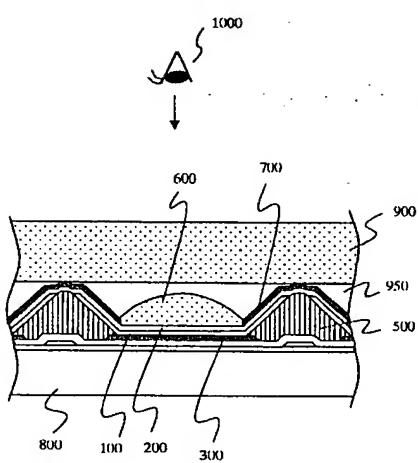
【図 19】

図 19



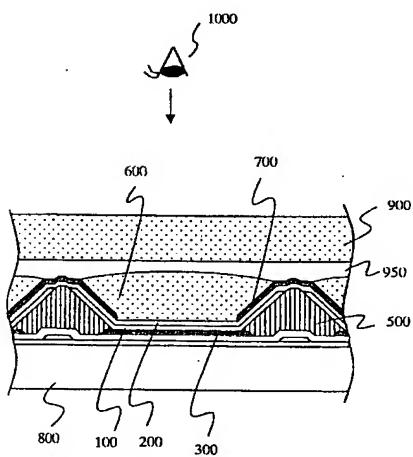
【図 20】

図 20



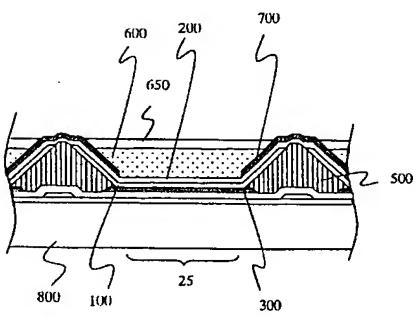
【図 21】

図 21



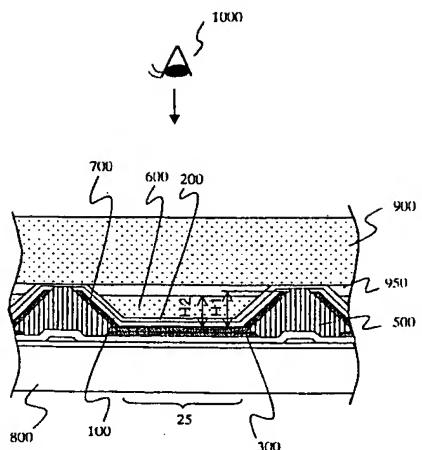
【図 22】

図 22



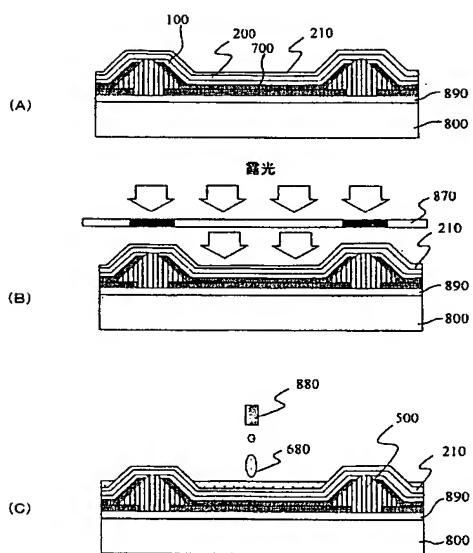
【図 23】

図 23



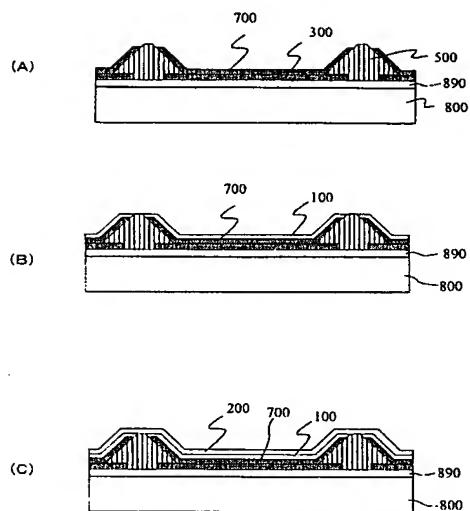
【図 25】

図 25



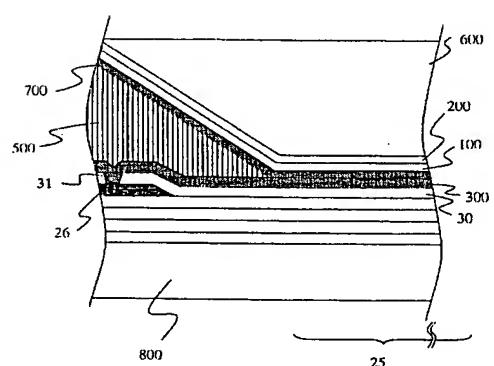
【図 24】

図 24



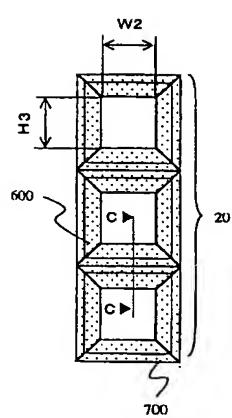
【図 26】

図 26



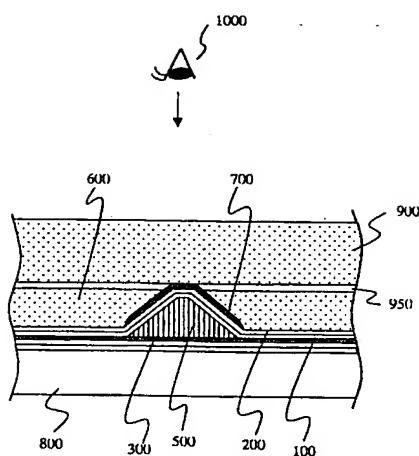
【図27】

図27



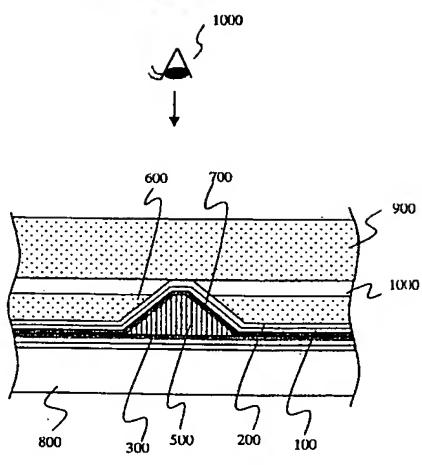
【図28】

図28



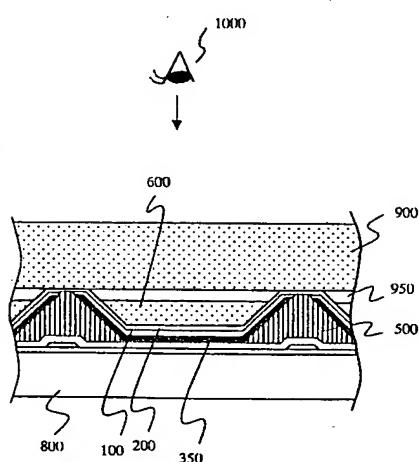
【図29】

図29



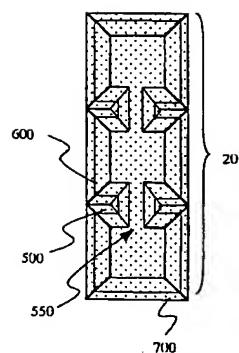
【図30】

図30



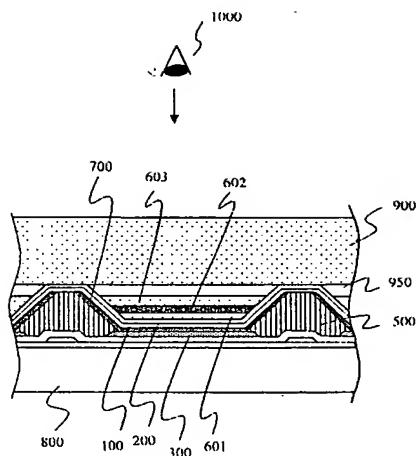
【図 3 1】

図 31



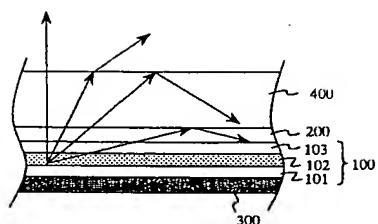
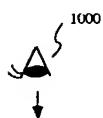
【図 3 2】

図 32



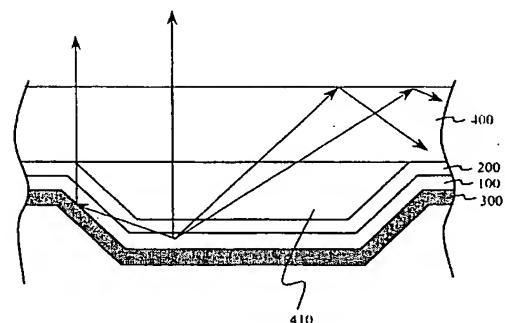
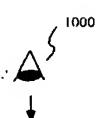
【図 3 3】

図 33



【図 3 4】

図 34



---

フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード(参考)

H 0 5 B 33/26

Z

(72) 発明者 西村 悅子

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

F ターム(参考) 3K007 AB03 AB17 BA06 BB01 BB04 BB06 CB01 CC01 DB03 EA00  
FA01 FA02